This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

POL
0062

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

12,229.

Exchange.

May 12, 1904 — March 11, 1905.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MAR 11

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ANNÉE 1904.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905

Digitized by Google

Digitized by Google

Table des matières.

Page

L. Natanson. Sur une particularité de la double réfraction accidentelle dans les liquides pouvant servir à la détermination de leur temps de relaxation 1

Ed. de Janczewski. Hybrides des groseillers II. (Ribes) 22

L. Wachholz et **S. Horoszkiewicz.** Etudes expérimentales sur le mécanisme physio-pathologique de la submersion 31

Ch. Dziewoński. Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique: phénylacénaphtylméthane 36

I. Mościcki. Etudes sur la résistance des diélectriques 42

I. Mościcki et **M. Altenberg.** Sur les pertes diélectriques dans les condensateur soumis à l'action des courants alternatifs 46

C. Zakrzewski Sur la position des axes optiques dans les liquides déformés 50

M. Lerch. Sur quelques applications d'un théorème arithmétique de Jacobi 57

K. Kostanecki. Etude cytologique de la parthénogénèse artificielle des oeufs de Mactra sous l'influence de KCl. 70

F. Tondera. Sur la structure intérieure des sarments de Vigne 91

S. Zaremba. Réponse aux remarques de M. Natanson sur la théorie de la relaxation 97

L. Natanson. Remarques sur les travaux de M. Zaremba relatifs à la théorie de la double réfraction accidentelle dans les liquides 103

E. Godlewski. Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes 115

E. Bandrowski et **Al. Prokopeczko.** De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium 158

H. Zapałowicz. Remarques critiques sur la flore de la Galicie 162

T. Garbowski. Sur la transplantatiom blastomérique chez les oursins . . 169

T. Estreicher. Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre 183

M. Limanowski. Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatrique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra) . . . 197

Digitized by Google

Page

K. Dziewoński. Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique tribezyldécacyclène (tribenzyltrinaphtylènebenzène), et d'un dérivé du thiophène: dibenzyldinaphtylènethiophène 201

— Sur la constitution du β-phénylacénaphtylméthane et sur la constitution de ses dérivés d'oxydation: l'acide β-benzylnaphtalique et l'acide β-benzoylnaphtalique 208

C. Wize. Pseudomonas ucrainicus, une bactéridie insecticide, trouvée dans la larve du charançon des betteraves à sucre 211

Séance publique annuelle du 18 mai 1904 223

J. Hetper et **L. Marchlewski.** Recherches sur la matière colorante du sang 224

H. Hoyer. Sur les coeurs lymphatiques des grenouilles 228

T. Godlewski. Sur la dissociation des électrolytes dans les solutions alcooliques 239

L. Marchlewski. L'identité probable de la phylloerythrine et de la cholehaematine 276

W. Stekloff. Addition au Mémoire: „Sur la théorie des séries trigonométriques" 280

J. Stach. Sur les changements de dentitions et sur la genèse des dents molaires chez les mammifères 283

St. Droba. Recherches sur l'infection mixte de la tuberculose pulmonaire et sur la participation des anaérobies à celle-ci 299

H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. II partie . . 302

R. Nitsch. Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe) 309

St. Maziarski. Contribution à l'étude de la relation du noyau avec le protoplasme cellulaire 345

M. Kowalewski. Études helminthologiques VIII. Sur un nouveau ténia: Tatria biremis, gen. nov., sp. nov. 367

M. Smoluchowski. Sur la formation des veines d'efflux dans les liquides 371

St. Loria. Recherches sur la vision oblique 384

H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie. III partie 394

J. Buraczewski. et **L. Marchlewski.** Recherches sur la matière colorante du sang 397

J. Nusbaum. Recherches sur la régénération de quelques Polychètes . . 401

L. Bykowski et **J. Nusbaum.** Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv. 409

W. Gądzikiewicz. Sur la structure histologique du coeur chez les Crustacés décapodes 424

A. Wrzosek. Recherches sur le passage des microbes du sang dans la bile dans les condictions normales 434

A. Denizot. Sur la théorie du mouvement relatif avec une application au pendule de Foucault et au problème du mouvement d'un corps à la surface terrestre, en ayant égard à la rotation de la terre 449

J. Morozewicz. Sur la béckélite, un céro-lanthano-didymo-silicate de calcium 485

E. Godlewski. Recherches expèrimentales sur l'influence du système nerveux sur la régénération 492

Digitized by Google

Page

L. Marchlewski. L'identité de la phylloerytrine, bilipurpurine et la cholehaematine 505

C. Kraft et **C. Zakrzewski.** Une méthode pour déterminer les directions principales et les constantes optiques dans le cas de la biréfringence combinée avec le pouvoir rôtatoire 508

Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica 533

R. Nitsch. Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). II partie . 668 – Errata: 100 nos. i inny

C. Wize. Les maladies du Cleonus punctiventris Germ. causées par des champignons entonaophytes en insistant particulièrement sur les espèces nouvelles 713

St. Opolski. Sur l'action du chlore et du brome sur homologues du thiophène sous linfluence de la lumière et de la chaleur 727

M. Szymański. Contribution à l'helminthologie 733

Table des matières par noms d'auteurs 737

Errata 740

Digitized by Google

Digitized by Google

S-65-3

MAR 12 1904

12,229

N° 1. JANVIER 1904.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1904.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTE FONDÉE EN 1872 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Mebre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

MAY 12 1904

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 1. **Janvier** **1904.**

Sommaire: 1. M. LADISLAS NATANSON. Sur une particularité de la double réfraction accidentelle dans les liquides pouvant servir à la détermination de leur temps de relaxation.
2. M. Ed de JANCZEWSKI. Hybrides des groseillers II. (Ribes).
3. MM. L. WACHHOLZ et S. HOROSZKIEWICZ. Etudes expérimentales sur le mécanisme physio-pathologique de la submersion.
4. M. CH. DZIEWOŃSKI. Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique: phénylacénaphtylméthane.
5. M. I. MOŚCICKI. Etudes sur la résistance des diélectriques.
6. MM. I. MOŚCICKI et M. ALTENBERG. Sur les pertes diélectriques dans les condensateurs soumis à l'action des courants alternatifs.
7. M. CONSTANTIN ZAKRZEWSKI. Sur la position des axes optiques dans les liquides déformés.

Séance du lundi 11 Janvier 1904.

PRÉSIDENCE DE M. E. GODLEWSKI.

1. M. LADISLAS NATANSON m. t. **O pewnej właściwości podwójnego załamania światła w cieczach odkształcanych, mogącej posłużyć do wyznaczania ich czasu zluźniania.** ***(Sur une particularité de la double réfraction accidentelle dans les liquides pouvant servir à la détermination de leur temps de relaxation).***

On se sert habituellement de la méthode suivante pour étudier la double réfraction accidentelle dans les liquides. Imaginons un cylindre qui peut être mis en rotation autour de son axe. A une distance assez faible de sa surface, imaginons une paroi cylindrique immobile, centrée sur le même axe. L'espace annulaire limité par la surface du cylindre et la paroi immobile est rempli du liquide que l'on désire étudier. Un faisceau de lumière, se dirigeant parallèlement à l'axe de rotation, traverse le liquide et sert à étudier la double réfraction qui se produit dans les conditions précédentes. Tel, en peu de mots, est le principe de l'expérience imaginée par Maxwell[1]); le même principe a été adopté ensuite par Kundt[2])

[1]) Procedings Roy. Soc., Nr. 148 (1873), Scientific Papers, Vol. II, p. 379.

[2]) Wiedemann's Annalen, Bd. XIII, S. 110 (1881).

Digitized by Google

ainsi que par la majorité des savants qui ont exécuté des expériences précises sur la double réfraction accidentelle dans les liquides [1]).

Au cours des études auxquelles nous venons de faire allusion, Kundt a découvert un phénomène extrêmement remarquable. Soit

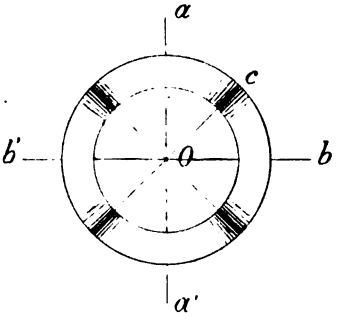


Fig. 1.

aa' (Fig. 1) le plan des vibrations du polariseur, *bb'* le plan des vibrations de l'analyseur qui sert à l'expérience. Pour certains liquides, par exemple l'huile d'olive, l'huile de lin, les mélanges d'huile d'olive avec le pétrole, les maxima d'obscurité observables étaient

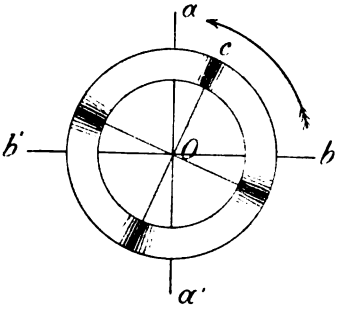


Fig. 2.

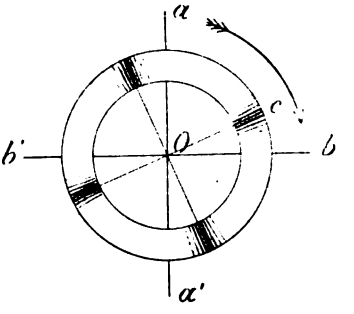


Fig. 3.

situés comme l'indique la fig. 1; on voyait le rayon *Oc* correspondant au maximum *c* du quadrant *bOa* faire un angle de 45° avec la demidroite *Ob*. Dans ce qui va suivre, nous désignerons par χ l'angle *bOc*; nous dirons donc que, d'après les observations de Kundt, l'angle χ, pour certains liquides, est sensiblement égal

[1]) MM. G. de Metz, K. Umlauf, J. E. Almy, Bruce V. Hill (voir Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. Math. et Nat., pour 1901, p. 162.)

Digitized by Google

à 45°. Il en diffère dans le cas de certains autres liquides, par exemple le collodion et les solutions de gomme arabique. On peut résumer de la manière suivante les observations de Kundt relatives à ces liquides: à une rotation du cylindre intérieur s'effectuant ainsi que l'indique la fig. 2., correspond une valeur de l'angle χ supérieure à 45°; à une rotation du cylindre intérieur ayant lieu dans le sens opposé (ainsi que l'indique la fig. 3.) correspond une valeur de l'angle χ inférieure à 45°. Pour le collodion, par exemple, la rotation ayant lieu comme l'indique la fig. 2., l'angle χ a été trouvé égal à environ 65° (voir à la page 123 du Mémoire cité).

L'explication du phénomène que nous venons de décrire a été donnée. en principe, par M. Th. Schwedoff[1]). Dans cette Communication nous nous proposons de déterminer par le calcul la valeur de l'angle χ. On verra par la suite que la détermination expérimentale, pour certains liquides, de la valeur exacte de cet angle pourrait jouer un rôle important dans l'étude du phénomène fondamental de la relaxation.

§ 1. Commençons par rappeler certains théorèmes se rapportant à la déformation homogène d'un milieu, théorèmes qui nous seront utiles dans la suite de ce travail. Soient A et B deux points matériels faisant partie du milieu. Nous rapporterons le milieu primitif ainsi que le milieu déformé à un système d'axes rectangulaires, d'orientation fixe, dont l'origine coïncide constamment avec la position occupée par le point A du milieu. Soit M la position du point B avant la déformation et x_M, y_M, z_M les coordonnées de la position M par rapport au système $Axyz$ que nous venons de définir; soit N la position du même point B après la déformation; appelons x_N, y_N, z_N les coordonnées de la position N, dans le même système d'axes $Axyz$. Imaginons que le milieu éprouve une déformation que définissent les formules

$$x_N = (1 + a_{xx})\, x_M + a_{xy}\, y_M \tag{1a}$$

$$y_N = a_{yx}\, x_M + (1 + a_{yy})\, y_M \tag{1b}$$

$$z_N = z_M\,, \tag{1c}$$

les coefficients a étant des constantes. Nous pourrons supposer, sans que la généralité du raisonnement en souffre, que les positions occupées par le point B se trouvent toujours dans le plan Axy.

[1]) Journal de Physique (3) Vol. I., p. 49. 1892.

Digitized by Google

A l'effet d'éviter toute ambiguïté, supposons qu'un observateur ayant les pieds en A et la tête en z, voie le mouvement de rotation qui, dans le quadrant Axy, se dirige de l'axe des x vers celui des y, s'effectuer dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. La déformation précédente (1) une fois effectuée, imaginons que l'on imprime au milieu une rotation d'ensemble autour de l'axe Az; les axes Ax et Ay ne participent pas à cette rotation. Soit α l'angle de rotation; pour sens positif de cet angle nous prendrons le sens opposé à celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre pour un observateur ayant les pieds en A et la tête en z. Appelons P la position en laquelle la rotation amène le point B du milieu; nous aurons

$$x_P = (1 + b_{xx})\, x_N + b_{xy}\, y_N \tag{2a}$$

$$y_P = b_{yx}\, x_N + (1 + b_{yy})\, y_N \tag{2b}$$

et

$$\left\{ \begin{array}{ll} 1 + b_{xx} = \cos\alpha\,; & b_{xy} = -\sin\alpha \\ b_{yx} = \sin\alpha\,; & 1 + b_{yy} = \cos\alpha\,. \end{array} \right. \tag{3}$$

La composition des deux déformations consécutives (1) et (2) s'effectue au moyen des formules

$$x_P = (1 + c_{xx})\, x_M + c_{xy}\, y_M \tag{4a}$$

$$y_P = c_{yx}\, x_M + (1 + c_{yy})\, y_M\,, \tag{4b}$$

où l'on a

$$1 + c_{xx} = (1 + a_{xx})(1 + b_{xx}) + a_{yx}\, b_{xy} \tag{5a}$$

$$c_{xy} = a_{xy}(1 + b_{xx}) + (1 + a_{yy})\, b_{xy} \tag{5b}$$

$$c_{yx} = (1 + a_{xx})\, b_{yx} + a_{yx}(1 + b_{yy}) \tag{5c}$$

$$1 + c_{yy} = (1 + a_{yy})(1 + b_{yy}) + a_{xy}\, b_{yx}\,. \tag{5d}$$

Introduisons maintenant, à côté du système d'axes $Axyz$ dont les directions sont fixes, un second système d'axes de coordonnées $A\xi\eta\zeta$ et imaginons que le système $A\xi\eta\zeta$ participe à la rotation du milieu. Nous supposerons que l'axe $A\zeta$ coïncide constamment avec l'axe Az et que la disposition des axes $A\xi$ et $A\eta$ par rapport à $A\zeta$ est identique à celle que nous avons attribuée aux axes Ax et Ay par rapport à Az. Soit φ l'angle que fait, à une certaine époque t, l'axe $A\xi$ avec l'axe Ax; nous prendrons pour sens positif de cet angle le sens opposé à celui dans lequel tournent les

Digitized by Google

aiguilles d'une montre pour un observateur ayant les pieds en A et la tête en z. Soient ξ_M, η_M les coordonnées de la position M par rapport au système $A\xi\eta$; nous aurons:

$$\xi_M = \quad x_M \cos\varphi + y_M \sin\varphi \quad (6a); \qquad x_M = \xi_M \cos\varphi - \eta_M \sin\varphi \quad (7a)$$

$$\eta_M = -x_M \sin\varphi + y_M \cos\varphi \quad (6b); \qquad y_M = \xi_M \sin\varphi + \eta_M \cos\varphi. \quad (7b)$$

Les axes $A\xi$ et $A\eta$ participent à la rotation du milieu; désignons donc par $A\xi'$ et $A\eta'$ les directions que prennent ces axes à une époque t' postérieure à t et soit φ' l'angle (compté comme l'angle φ) que fait la direction $A\xi'$ avec l'axe Ax; nous aurons:

$$\xi'_P = \quad x_P \cos\varphi' + y_P \sin\varphi' \quad (8a); \qquad x_P = \xi'_P \cos\varphi' - \eta'_P \sin\varphi' \quad (9a)$$

$$\eta'_P = -x_P \sin\varphi' + y_P \cos\varphi' \quad (8b); \qquad y_P = \xi'_P \sin\varphi' + \eta'_P \cos\varphi' \quad (9b)$$

et

$$\varphi' - \varphi = \alpha\,. \tag{10}$$

Posons

$$\xi'_P = (1 + a_{\xi\xi})\,\xi_M + a_{\xi\eta}\,\eta_M \tag{11a}$$

$$\eta'_P = a_{\eta\xi}\,\xi_M + (1 + a_{\eta\eta})\,\eta_M\,; \tag{11b}$$

les coefficients $a_{\xi\xi}$ etc. pourront se calculer au moyen des formules suivantes qui se déduisent sans peine des équations (8), (4), (7) et (11):

$$\begin{aligned} 1 + a_{\xi\xi} = {} & (1 + c_{xx}) \cos\varphi \cos\varphi' + c_{xy} \sin\varphi \cos\varphi' \\ & + c_{yx} \cos\varphi \sin\varphi' + (1 + c_{yy}) \sin\varphi \sin\varphi' \end{aligned} \tag{12a}$$

$$\begin{aligned} a_{\xi\eta} = {} & -(1 + c_{xx}) \sin\varphi \cos\varphi' + c_{xy} \cos\varphi \cos\varphi' \\ & - c_{yx} \sin\varphi \sin\varphi' + (1 + c_{yy}) \cos\varphi \sin\varphi' \end{aligned} \tag{12b}$$

$$\begin{aligned} a_{\eta\xi} = {} & -(1 + c_{xx}) \cos\varphi \sin\varphi' - c_{xy} \sin\varphi \sin\varphi' \\ & + c_{yx} \cos\varphi \cos\varphi' + (1 + c_{yy}) \sin\varphi \cos\varphi' \end{aligned} \tag{12c}$$

$$\begin{aligned} 1 + a_{\eta\eta} = {} & (1 + c_{xx}) \sin\varphi \sin\varphi' - c_{xy} \cos\varphi \sin\varphi' \\ & - c_{yx} \sin\varphi \cos\varphi' + (1 + c_{yy}) \cos\varphi \cos\varphi'. \end{aligned} \tag{12d}$$

Des équations (3) et (10) il résulte

$$\left.\begin{aligned} 1 + b_{xx} = 1 + b_{yy} = {} & \cos\varphi \cos\varphi' + \sin\varphi \sin\varphi' \\ b_{yx} = {} & -b_{xy} = -\sin\varphi \cos\varphi' + \cos\varphi \sin\varphi' \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

Dans les équations (12) portons les valeurs des coefficients $1 + c_{xx}$ etc. que l'on tire des équations (5) et (13); nous trouverons:

Digitized by Google

(14a) $1+a_{\xi\xi}=(1+a_{xx})\cos^2\varphi+(a_{xy}+a_{yx})\sin\varphi\cos\varphi+(1+a_{yy})\sin^2\varphi$

(14b) $$a_{\xi\eta}=-(1+a_{xx})\sin\varphi\cos\varphi+a_{xy}\cos^2\varphi-a_{yx}\sin^2\varphi+(1+a_{yy})\sin\varphi\cos\varphi$$

(14c) $$a_{\eta\xi}=-(1+a_{xx})\sin\varphi\cos\varphi-a_{xy}\sin^2\varphi+a_{yx}\cos^2\varphi+(1+a_{yy})\sin\varphi\cos\varphi$$

(14d) $1+a_{\eta\eta}=(1+a_{xx})\sin^2\varphi-(a_{xy}+a_{yx})\sin\varphi\cos\varphi+(1+a_{yy})\cos^2\varphi$

On voit que les équations (14) se déduisent des équations (12) en posant $\alpha=0$; il était aisé de prévoir a priori que cela devrait arriver.

Les équations (5) et (3) permettent de vérifier facilement que l'on a:

(15) $$(1+a_{xx})^2+a_{yx}^2=(1+c_{xx})^2+c_{yx}^2;$$

par conséquent nous pouvons poser

(16a) $$(1+a_{xx})^2+a_{yx}^2-1=(1+c_{xx})^2+c_{yx}^2-1=2\varepsilon_x^*$$

et de même

(16b) $$a_{xy}^2+(1+a_{yy})^2-1=c_{xy}^2+(1+c_{yy})^2-1=2\varepsilon_y^*$$

(16c) $$(1+a_{xx})a_{xy}+a_{yx}(1+a_{yy})=(1+c_{xx})c_{xy}+c_{yx}(1+c_{yy})=\gamma_{xy}^*.$$

Avec ces notations, les équations

(17) $$\overline{AN}^2=x_N^2+y_N^2,\quad \overline{AP}^2=x_P^2+y_P^2$$

deviennent [voir (1) et (4)]

(18) $$\overline{AN}^2=\overline{AP}^2=\overline{AM}^2\{1+2(\varepsilon_x^*l^2+\varepsilon_y^*m^2+\gamma_{xy}^*lm)\},$$

où l'on désigne par l et m les cosinus des angles que fait avec les axes des x et des y la direction AM. Si l'on pose

(19a) $$(1+a_{\xi\xi})^2+a_{\eta\xi}^2-1=2\varepsilon_\xi^*$$

(19b) $$a_{\xi\eta}^2+(1+a_{\eta\eta})^2-1=2\varepsilon_\eta^*$$

(19c) $$(1+a_{\xi\xi})a_{\xi\eta}+a_{\eta\xi}(1+a_{\eta\eta})=\gamma_{\xi\eta}^*$$

et si l'on désigne par λ et μ les cosinus des angles que fait la direction AM avec les axes $A\xi$ et $A\eta$, on trouve également

(20) $$\overline{AN}^2=\overline{AP}^2=\overline{AM}^2\{1+2(\varepsilon_\xi^*\lambda^2+\varepsilon_\eta^*\mu^2+\gamma_{\xi\eta}^*\lambda\mu)\};$$

c'est ce que l'on vérifie aisément en s'appuyant sur les équations (11). Nous dirons que les quantités ε_x^*, ε_y^*, γ_{xy}^* sont les composantes

Digitized by Google

de la déformation du milieu rapportée aux axes fixes Axy et que les quantités ε_ξ^*, ε_η^*, $\gamma_{\xi\eta}^*$ sont les composantes de la même déformation rapportée aux axes mobiles $A\xi\eta$.

Dans les équations (19) portons les valeurs des quantités $1+a_{\xi\xi}$ etc. données par les équations (12); nous aurons, en tenant compte des égalités (16):

$$\varepsilon_\xi^* = \varepsilon_x^* \cos^2\varphi + \varepsilon_y^* \sin^2\varphi + \gamma_{xy}^* \sin\varphi\cos\varphi \tag{21a}$$

$$\varepsilon_\eta^* = \varepsilon_x^* \sin^2\varphi + \varepsilon_y^* \cos^2\varphi - \gamma_{xy}^* \sin\varphi\cos\varphi \tag{21b}$$

$$\gamma_{\xi\eta}^* = -(\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*)\ \sin 2\varphi + \gamma_{xy}^* \cos 2\varphi. \tag{21c}$$

Les équations (21) peuvent d'ailleurs s'écrire de la façon suivante:

$$\varepsilon_x^* = \varepsilon_\xi^* \cos^2\varphi + \varepsilon_\eta^* \sin^2\varphi - \gamma_{\xi\eta}^* \sin\varphi\cos\varphi \tag{22a}$$

$$\varepsilon_y^* = \varepsilon_\xi^* \sin^2\varphi + \varepsilon_\eta^* \cos^2\varphi + \gamma_{\xi\eta}^* \sin\varphi\cos\varphi \tag{22b}$$

$$\gamma_{xy}^* = (\varepsilon_\xi^* - \varepsilon_\eta^*) \sin 2\varphi + \gamma_{\xi\eta}^* \cos 2\varphi. \tag{22c}$$

§ 2. Nous sommes maintenant en mesure d'étudier le phénomène observé par Kundt et décrit dans l'introduction. Convenons de prendre pour axe des z l'axe de rotation des cylindres; supposons qu'un observateur, ayant les pieds en O et la tête en z, voie le mouvement de rotation qui dans le quadrant Oxy se dirige de l'axe des x vers celui des y, s'effectuer dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. Dans la suite, nous aurons à introduire, à côté du système xyz, des systèmes différents d'axes de coordonnées; désignons-les, d'une façon générale, par $\xi\eta\zeta$. Nous supposerons toujours, dans de pareils cas, que l'axe des ζ coïncide avec l'axe des z ou lui est parallèle, que le plan $\xi\eta$ coïncide avec le plan xy et que la disposition des axes des ξ et des η par rapport à l'axe des ζ est la même que la disposition des axes des x et des y par rapport à l'axe des z.

Nous adopterons les hypothèses suivantes au sujet du mouvement que la rotation des cylindres, supposée uniforme, communique aux particules du liquide: chaque particule décrit une trajectoire circulaire dont le plan est perpendiculaire à l'axe des z et dont le centre se trouve sur cet axe; la vitesse d'une particule ne dépend que du rayon du cercle sur lequel elle se déplace; elle ne dépend pas du temps t; nous dirons donc que le mouvement du liquide est permanent. Pour déterminer le sens de la rotation du liquide par rapport aux axes, nous admettrons, une fois pour toutes, qu'un

Digitized by Google

observateur, ayant les pieds en O et la tête en z, voie les particules se déplacer dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. La rotation du liquide, dans le quadrant Oxy, se dirigera donc toujours de l'axe Ox vers l'axe Oy.

Nous admettrons[1]) l'hypothèse que nous avons énoncée (en 1901) à savoir: les phénomènes de la double réfraction accidentelle, dans les liquides, doivent être attribués à la déformation que nous avons appelée la déformation véritable. Imaginons que l'on ait construit, en chaque point du liquide soumis à l'expérience, les axes principaux de la déformation véritable et proposons-nous de déterminer la position des maxima d'obscurité dans le cas des figures 2. et 3. de l'introduction. Il est clair que ces maxima coïncident nécessairement avec les points du liquide pour lesquels les axes principaux de la déformation véritable se dirigent parallèlement aux droites $b'b$, $a'a$ de ces figures. Nous conformant aux conventions précédemment arrêtées nous disposerons les axes des x et des y de la façon suivante:

(1a) $Ox = Ob$, $Oy = Oa$ dans le cas de la fig. 2.

(1b) $Ox = Oa$, $Oy = Ob$ dans le cas de la fig. 3.

Soit A la position du maximum d'obscurité que l'on observe dans le quadrant Oba; nous pouvons supposer que le point A se trouve dans le plan Oxy. Désignons par r la distance du point A à l'axe de rotation comptée à partir de cet axe; par AX et AY désignons les directions des axes principaux de la déformation véritable issus du point A. Il est clair que l'axe AZ est parallèle à l'axe des z. Si l'on se reporte à ce qui a été dit plus haut sur la disposition des axes, dans le cas actuel des axes AX et AY par rapport à AZ, et si l'on se souvient du critérium qui détermine la position des maxima d'obscurité, on verra sans peine que l'angle χ (défini dans l'introduction) est égal à

(2a) $\chi = \psi$ dans le cas de la fig. 2.

(2b) $\chi = 90^0 - \psi$ dans le cas de la fig. 3.,

en désignant par ψ l'angle que fait la direction du rayon r avec

[1]) Dans ce qui suit, nous ferons abstraction des effets de polarisation rotatoire que pourrait présenter le liquide soumis à l'expérience de Maxwell et de Kundt.

Digitized by Google

l'axe AX; cet angle sera compté positivement ou négativement d'après la règle adoptée plus haut, au § 1. Par le point considéré A, faisons passer un axe Aq dont la direction est celle de la vitesse de la particule du liquide qui. à l'époque donnée, occupe la position A. Considérons le système Ar, Aq comme un nouveau système d'axes de coordonnées auquel nous rapporterons la déformation véritable du liquide au point considéré. Si l'on se rapporte aux conventions précédentes, on s'assure aisément que le système Arq vérifie les conditions requises, en supposant que l'axe des r corresponde à celui des x et l'axe des q à l'axe des y. Soient ε_r^*, ε_q^* et γ_{rq}^* les composantes de la déformation véritable au point considéré, rapportée au système Arq d'axes de coordonnées; soient ε_X^*, ε_Y^* les deux composantes de la même déformation, rapportée aux axes principaux AX, AY; on verra aisément avec un peu d'attention que les formules (21) du § 1. sont applicables dans le cas actuel; les quantités ε_X^*. ε_Y^* et 0 se transforment, au passage du système AXY au système Arq, suivant une loi identique à celle suivant laquelle se transforment, d'après les formules citées, les quantités ε_x^*, ε_y^*, γ_{xy}^* au passage du système Axy au système $A\xi\eta$. Par conséquent nous aurons:

$$\varepsilon_r^* = \varepsilon_X^* \cos^2 \psi + \varepsilon_Y^* \sin^2 \psi \tag{3a}$$

$$\varepsilon_q^* = \varepsilon_X^* \sin^2 \psi + \varepsilon_Y^* \cos^2 \psi \tag{3b}$$

$$\gamma_{rq}^* = -(\varepsilon_X^* - \varepsilon_Y^*) \sin 2\psi . \tag{3c}$$

Ces équations nous donnent

$$\operatorname{cotg} 2\psi = -\frac{\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*}{\gamma_{rq}^*} ; \tag{4}$$

par conséquent les relations (2) permettent d'écrire

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \mp \frac{\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*}{\gamma_{rq}^*} \tag{5}$$

en convenant de choisir le signe supérieur dans le cas du mouvement du liquide que représente la fig. 2. et le signe inférieur dans le cas que représente la fig. 3. de l'introduction. L'équation 5) est celle que nous nous proposions d'établir dans ce paragraphe.

§ 3. On peut arriver au même résultat en suivant une voie différente; nous l'indiquerons ici rapidement. Désignons par ϑ l'angle que fait la direction AX avec l'axe des x et convenons d'attribuer

Digitized by Google

à cet angle une valeur positive ou négative en nous conformant à la règle adoptée au § 1. Au passage du système AXY au système Axy les composantes ε_X^*, ε_Y^*, 0 de la déformation se transforment suivant une loi identique à celle suivant laquelle, d'après les formules (22) du § 1., se transforment les composantes ε_ξ^*, ε_η^*, $\gamma_{\xi\eta}^*$ au passage du système $A\xi\eta$ au système Axy. Les formules (22) du § 1. deviennent donc dans ce cas

$$\varepsilon_x^* = \varepsilon_X^* \cos^2 \vartheta + \varepsilon_Y^* \sin^2 \vartheta \tag{1a}$$

$$\varepsilon_y^* = \varepsilon_X^* \sin^2 \vartheta + \varepsilon_Y^* \cos^2 \vartheta \tag{1b}$$

$$\gamma_{xy}^* = (\varepsilon_X^* - \varepsilon_Y^*) \sin 2\vartheta, \tag{1c}$$

d'où l'on tire

$$\operatorname{cotg} 2\vartheta = \frac{\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*}{\gamma_{xy}^*}. \tag{2}$$

Soit θ l'angle que fait le rayon r avec l'axe Ox; nous donnerons à cet angle des valeurs positives ou négatives d'après la règle adoptée plus haut. On aura

$$\chi = \theta - \vartheta \quad \text{dans le cas de la fig. 2.} \tag{3a}$$

$$\chi = 90^0 - (\theta - \vartheta) \quad \text{dans le cas de la fig. 3.} \tag{3b}$$

et

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \pm \operatorname{cotg} 2(\theta - \vartheta) \tag{4}$$

en convenant de choisir le signe supérieur dans le cas du mouvement du liquide indiqué dans la fig. 2. et le signe inférieur dans le cas représenté dans la fig. 3. Jointe à l'équation (2), l'équation (4) permet d'écrire

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \pm \frac{(\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*) \cos 2\theta + \gamma_{xy}^* \sin 2\theta}{(\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*) \sin 2\theta - \gamma_{xy}^* \cos 2\theta}; \tag{5}$$

le signe du second membre de cette équation doit être déterminé de la façon précisée plus haut.

Imaginons que l'on passe du système Arq au système Axy d'axes de coordonnées. En nous appuyant sur les formules (22) du § 1, nous trouverons

$$\varepsilon_x^* = \varepsilon_r^* \cos^2 \theta + \varepsilon_q^* \sin^2 \theta - \gamma_{rq}^* \sin \theta \cos \theta \tag{6a}$$

$$\varepsilon_y^* = \varepsilon_r^* \sin^2 \theta + \varepsilon_q^* \cos^2 \theta + \gamma_{rq}^* \sin \theta \cos \theta \tag{6b}$$

$$\gamma_{xy}^* = (\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*) \sin 2\theta + \gamma_{rq}^* \cos 2\theta. \tag{6c}$$

Digitized by Google

De là on déduit

$$(\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*) \cos 2\theta + \gamma_{xy}^* \sin 2\theta = \varepsilon_r^* - \varepsilon_q^* \tag{7a}$$

$$(\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^*) \sin 2\theta - \gamma_{xy}^* \cos 2\theta = - \gamma_{rq}^* ; \tag{7b}$$

si, dans l'équation (5), on porte ces valeurs du numérateur et du dénominateur du second membre, on retombe immédiatement sur le résultat qui a été établi au paragraphe précédent par une voie plus directe.

§ 4. Conservons aux lettres q et θ la signification que nous leurs avons attribuée et désignons par u et v les composantes, parallèles aux axes Ox et Oy, de la vitesse q. Nous aurons

$$u = - q \sin \theta \tag{1a}$$

$$v = + q \cos \theta; \tag{1b}$$

ces équations seront vraies dans les deux cas opposés qui peuvent se présenter. Soit F une fonction quelconque des variables r, θ; on s'assure sans peine que l'on a

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \cos \theta \frac{\partial F}{\partial r} - \frac{\sin \theta}{r} \frac{\partial F}{\partial \theta} \tag{2a}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \sin \theta \frac{\partial F}{\partial r} + \frac{\cos \theta}{r} \frac{\partial F}{\partial \theta}. \tag{2b}$$

Jointes aux équations (1). les équations (2) permettent de calculer les composantes (rapportées aux axes des x et des y) de la vitesse apparente de déformation. Elles ont les valeurs suivantes:

$$e_x = \frac{\partial u}{\partial x} = - \tfrac{1}{2} \left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} \right) \sin 2\theta \tag{3a}$$

$$e_y = \frac{\partial v}{\partial y} = + \tfrac{1}{2} \left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} \right) \sin 2\theta \tag{3b}$$

$$e_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = \left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} \right) \cos 2\theta ; \tag{3c}$$

ces valeurs, rappelons-le, ont été obtenues en supposant que la vitesse d'une particule du liquide ne dépende que de sa distance à l'axe de rotation.

Prenons dans le liquide un point quelconque A de coordonnées x, y et imaginons une région infiniment petite de liquide Ω entourant ce point. Soit M un second point appartenant à la même

Digitized by Google

région infiniment petite Ω; nous pouvons supposer que les points A et M se trouvent tous les deux constamment dans le plan Oxy. Considérons la portion du liquide occupant la région Ω à l'époque t; cette portion, à l'époque $t + dt$, prend une nouvelle forme et une nouvelle position Ω' entourant un point A'. Nous savons que l'on peut passer de Ω à Ω' en faisant subir à Ω une translation (AA'), une certaine déformation (pure) et enfin une rotation élémentaire; cette rotation, on le voit, s'effectue autour d'un axe Az, dans notre cas actuel, axe issu du point A et parallèle à l'axe de rotation des cylindres; elle peut être obtenue en faisant tourner la portion Ω d'un angle

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right) dt \tag{4}$$

autour de l'axe Az; le sens positif de cette rotation est opposé à celui dans lequel se déplacent les aiguilles d'une montre pour un observateur ayant les pieds en A et la tête en z. Nous désignerons par s_{zy} le quotient de la quantité précédente (4) par dt et nous l'appellerons la vitesse angulaire de rotation autour du point A. Sa valeur se calcule aisément en s'appuyant sur les formules (1) et (2); elle est la suivante:

$$s_{zy} = \frac{1}{2}\left(\frac{dq}{dr} + \frac{q}{r}\right). \tag{5}$$

Désignons par Aj la direction AM et par Ak une direction faisant des angles droits avec Aj et Az; nous supposerons que la disposition des axes Aj et Ak par rapport à Az est identique à celle que nous attribuons aux axes Ax et Ay par rapport à Az. Soient β et α les angles que fait la direction Aj avec les axes Ax et Ar respectivement; ces angles seront comptés positivement ou négativement suivant la règle générale adoptée plus haut. Nous aurons d'après ces définitions:

$$\alpha = \beta - \theta\,, \tag{6}$$

$$\frac{d\beta}{dt} = s_{zy}\,; \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{q}{r}\,, \tag{7}$$

par conséquent

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{2}\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right). \tag{8}$$

Digitized by Google

Portons encore une fois notre attention sur l'élément du liquide qui, à l'époque t, occupe la région infiniment petite Ω autour du point A. Rapportons aux axes Ajk la déformation que cet élément éprouve pendant l'intervalle de temps de t à $t+dt$. Si la rotation de l'élément est inclue dans cette déformation, nous prendrons pour point de départ les équations (12) du § 1; nous nous adresserons, au contraire, aux équations (14) du même paragraphe dans le cas où la rotation a été explicitement exclue du calcul de la déformation. Dans l'un cas comme dans l'autre, nous trouverons

$$e_j = e_x \cos^2 \beta + e_y \sin^2 \beta + c_{xy} \sin \beta \cos \beta \tag{9a}$$

$$e_k = e_x \sin^2 \beta + e_y \cos^2 \beta - c_{xy} \sin \beta \cos \beta \tag{9b}$$

$$c_{jk} = -(e_x - e_y) \sin 2\beta + c_{xy} \cos 2\beta. \tag{9c}$$

Ces équations deviennent, en vertu des équations (3) et (6),

$$e_j = +\tfrac{1}{2}\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) \sin 2\alpha \tag{10a}$$

$$e_k = -\tfrac{1}{2}\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) \sin 2\alpha \tag{10b}$$

$$c_{jk} = \left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) \cos 2\alpha\,; \tag{10c}$$

il est donc aisé de vérifier que l'on a

$$e_j \cos^2 \alpha + e_k \sin^2 \alpha - c_{jk} \sin \alpha \cos \alpha = 0. \tag{11}$$

§ 5. Ecrivons les équations exprimant la loi de la relaxation à laquelle, suivant nos hypothèses fondamentales, la déformation véritable d'un fluide est constamment soumise. A l'effet d'éviter toute difficulté, rapportons cette déformation aux axes Ajk qui participent à la rotation instantanée de l'élément entourant le point considéré A. Nous aurons

$$\frac{d\varepsilon_j^*}{dt} = e_j - \frac{\varepsilon_j^* - \frac{1}{3}\Theta^*}{T} \tag{1a}$$

$$\frac{d\varepsilon_k^*}{dt} = e_k - \frac{\varepsilon_k^* - \frac{1}{3}\Theta^*}{T} \tag{1b}$$

$$\frac{d\gamma_{jk}^*}{dt} = c_j - \frac{\gamma_{jk}^*}{T}\,. \tag{1c}$$

Digitized by Google

Les symboles $\varepsilon_j^*, \varepsilon_k^*, \gamma_{jk}^*$ dans ces équations, représentent les composantes de la déformation véritable du liquide autour du point A, rapportée aux axes Ajk; T est le temps de relaxation du liquide; Θ^* désigne, d'une façon générale, la somme

(2a) $$\Theta^* = \varepsilon_j^* + \varepsilon_k^* + \varepsilon_z^*$$

(2b) $$= \varepsilon_x^* + \varepsilon_y^* + \varepsilon_z^*$$

(2c) $$= \varepsilon_r^* + \varepsilon_q^* + \varepsilon_z^* \;;$$

mais dans le cas actuel, on peut prendre:

(3a) $$\tfrac{1}{3}\,\Theta^* = \tfrac{1}{2}\,(\varepsilon_j^* + \varepsilon_k^*)$$

(3b) $$= \tfrac{1}{2}\,(\varepsilon_x^* + \varepsilon_y^*)$$

(3c) $$= \tfrac{1}{2}\,(\varepsilon_r^* + \varepsilon_q^*) \;;$$

enfin le symbole d/dt est défini par la convention suivante:

(4) $$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\,\frac{\partial}{\partial x} + v\,\frac{\partial}{\partial y} + w\,\frac{\partial}{\partial z}$$

ce qui, dans le cas qui nous occupe, se réduit à

(5) $$\frac{d}{dt} = u\,\frac{\partial}{\partial x} + v\,\frac{\partial}{\partial y}$$

ou encore, en vertu des équations (1) et (2) du § 4., à

(6) $$\frac{d}{dt} = \frac{q}{r}\,\frac{\partial}{\partial \theta}.$$

Les équations (22) du § 1. nous permettent d'écrire

(7a) $$\varepsilon_r^* = \varepsilon_j^* \cos^2 \alpha + \varepsilon_k^* \sin^2 \alpha - \gamma_{jk}^* \sin \alpha \cos \alpha$$

(7b) $$\varepsilon_q^* = \varepsilon_j^* \sin^2 \alpha + \varepsilon_k^* \cos^2 \alpha + \gamma_{jk}^* \sin \alpha \cos \alpha$$

(7c) $$\gamma_{rq}^* = (\varepsilon_j^* - \varepsilon_k^*) \sin 2\alpha + \gamma_{jk}^* \cos 2\alpha \;.$$

Calculons la valeur de la dérivée $d\varepsilon_r^*/dt$ en partant de l'équation (7a); nous trouverons, en tenant compte de (7c),

(8a) $$\frac{d\varepsilon_r^*}{dt} =$$

$$= \frac{d\varepsilon_j^*}{dt} \cos^2 \alpha + \frac{d\varepsilon_k^*}{dt} \sin^2 \alpha - \frac{d\gamma_{jk}^*}{dt} \sin \alpha \cos \alpha - \gamma_{rq}^* \frac{d\alpha}{dt} \;.$$

Or la dérivée $d\varepsilon_r^*/dt$ est évidemment égale à zéro; on a donc, en vertu des équations (1) de ce paragraphe.

Digitized by Google

$$\left(e_j - \frac{\varepsilon_j^* - \frac{1}{3}\Theta^*}{T}\right)\cos^2\alpha + \left(e_k - \frac{\varepsilon_k^* - \frac{1}{3}\Theta^*}{T}\right)\sin^2\alpha - \left(c_{jk} - \frac{\gamma_{jk}^*}{T}\right)\sin\alpha\cos\alpha =$$
$$= \gamma_{rq}^* \frac{d\alpha}{dt}. \tag{9}$$

Les équations (11) et (8) du § 4., ainsi que l'équation (7a) de ce paragraphe permettent de transformer l'équation (9); elle devient

$$\varepsilon_r^* - \tfrac{1}{3}\Theta^* = -\tfrac{1}{2}T\gamma_{rq}^*\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right). \tag{10}$$

Cependant l'équation (3c) nous montre que l'on a

$$\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^* = 2\left(\varepsilon_r^* - \tfrac{1}{3}\Theta^*\right); \tag{11}$$

nous aurons donc

$$\frac{\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*}{\gamma_{rq}^*} = -T\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right). \tag{12}$$

Jointe à l'équation (5) du § 2., l'équation (12) nous permet d'écrire

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \pm T\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) \tag{13}$$

où il faut choisir le signe supérieur dans le cas du mouvement du liquide dont le sens est indiqué dans la fig. 2. et le signe inférieur dans le cas opposé.

L'équation (13) est l'équation fondamentale du phénomène découvert par Kundt et décrit dans l'introduction.

§ 6. Il nous reste à calculer la valeur de la quantité

$$\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} \tag{1}$$

au second membre de l'équation (13) du précédent paragraphe. Pour effectuer ce calcul, acceptons tout d'abord la théorie du mouvement d'un liquide entre deux cylindres concentriques donnée par Sir G. G. Stokes en 1845[1]) et fondée sur les équations classiques du mouvement d'un fluide visqueux. Nous aurons alors[2])

$$\frac{d^2q}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r^2} = 0, \tag{2}$$

[1]) Cambr. Phil. Soc. Trans., VIII. 1845. Math. and phys. Papers. Vol. I, p. 102.

[2]) Voir Bull. Int. de l'Ac. d. Sc. de Cracovie pour 1901, p. 168.

Digitized by Google

par conséquent

$$(3) \qquad q = \frac{A}{r} + Br \quad ; \quad \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} = -\frac{2A}{r^2} ,$$

où l'on désigne par A et B deux constantes arbitraires. Désignons par σ_a et σ_b les vitesses angulaires de la paroi intérieure $(r=a)$ et de la paroi extérieure $(r=b)$. Nous poserons

$$(4) \qquad q(a) = a\,\sigma_a \; ; \quad q(b) = b\,\sigma_b \; ;$$

ces équations permettent de déterminer A et B. On trouve

$$(5) \qquad \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} = -\frac{2\,b^2\,a^2\,(\sigma_a - \sigma_b)}{r^2\,(b^2 - a^2)} .$$

Si l'on adopte la théorie de la viscosité fondée sur l'hypothèse de la relaxation, on peut considérer les équations précédentes (3) et (5) comme des relations exactes approximativement. Pour mettre ce point en évidence examinons, par exemple, les résultats auxquels est arrivé M. Zaremba dans sa deuxième [1]) Communication relative au problème qui nous occupe. La quantité (1) dont nous désirons calculer la valeur est identique à la quantité $rd\varphi/dr$ de M. Zaremba; par conséquent l'équation (7), page 612, du Mémoire cité de M. Zaremba permettra aisément de déterminer la valeur de la quantité (1). On s'assure, en effectuant ce calcul, que l'expression exacte que l'on obtient pourra et devra [2]) être remplacée par la formule approchée que voici:

$$(6) \qquad \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} = \frac{C}{r^2} ;$$

C désignant une constante arbitraire; or l'équation (6) est équivalente à la seconde équation du système (3).

Les équations (1) du § 5. conduisent aux mêmes résultats. Pour le prouver observons tout d'abord que les deux premières équations du système (1), § 5, donnent évidemment

$$(7) \qquad \frac{d\Theta^*}{dt} = 0 .$$

Cette équation est le résultat des hypothèses faites sur la nature

[1]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie pour 1903, p. 611.

[2]) Voir en particulier les remarques faites par M. Zaremba à la page 613, à l'occasion d'un calcul analogue.

Digitized by Google

du mouvement considéré; elle n'implique nullement l'hypothèse de l'incompressibilité intrinsèque du liquide.

Plaçons-nous maintenant dans l'hypothèse que nous avons proposée en 1901 [1]) et qui consiste à admettre, pour les corps fluides, la validité de la loi de Hooke, à la condition, bien entendu, de l'appliquer non point aux composantes de la déformation apparente (comme on le fait habituellement pour les solides parfaitement élastiques) mais bien à celles de la déformation véritable. Nous aurons alors, au point considéré,

$$p_{xx} - p_0 = -2n\,\varepsilon_x^* - (k - \tfrac{2}{3}n)\,\Theta^* \tag{8a}$$

$$p_{yy} - p_0 = -2n\,\varepsilon_y^* - (k - \tfrac{2}{3}n)\,\Theta^* \tag{8b}$$

$$p_{xy} = -n\gamma_{xy}^* \tag{8c}$$

où k désigne le module de compressibilité, n le module de rigidité du fluide, p_0 une constante convenablement choisie. Convenons de représenter par $[f]$ la limite vers laquelle tend une quantité quelconque f par l'effet de la relaxation. Nous aurons

$$[p_{xx}] = [p_{yy}] = p \quad \text{et} \tag{9}$$

$$[\varepsilon_x^*] = [\varepsilon_y^*] = [\tfrac{1}{3}\Theta^*]\ ; \tag{10}$$

de là nous concluons que l'on a

$$p = p_0 - k\,[\Theta^*] \tag{11}$$

ce qui, en vertu de l'équation (7), peut se mettre sous la forme

$$p = p_0 - k\,\Theta^*\ . \tag{12}$$

Ecrivons maintenant les équations (8) de ce paragraphe en les rapportant aux axes Ajk définis plus haut au § 4. Nous aurons

$$p_{jj} - p_0 = -2n\,\varepsilon_j^* - (k - \tfrac{2}{3}n)\,\Theta^* \tag{13a}$$

$$p_{kk} - p_0 = -2n\,\varepsilon_k^* - (k - \tfrac{2}{3}n)\,\Theta^* \tag{13b}$$

$$p_{jk} = -n\gamma_{jk}^* \tag{13c}$$

et les équations (1) du § 5. prendront la forme suivante

$$\frac{dp_{jj}}{dt} = -2n\,e_j - \frac{p_{jj} - p}{T} \tag{14a}$$

[1]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie pour 1901, p. 104.

Digitized by Google

$$\frac{dp_{kk}}{dt} = -2n\,e_k - \frac{p_{kk} - p}{T} \tag{14b}$$

$$\frac{dp_{jk}}{dt} = -n\,c_{jk} - \frac{p_{jk}}{T}\;; \tag{14c}$$

c'est ce qu'on vérifie sans peine en tenant compte de l'équation (12).

Observons maintenant que des équations (7) du § 5. on déduit:

$$p_{rr} - p_0 = (p_{jj} - p_0)\cos^2\alpha + (p_{kk} - p_0)\sin^2\alpha - p_{jk}\sin 2\alpha \tag{15a}$$

$$p_{qq} - p_0 = (p_{jj} - p_0)\sin^2\alpha + (p_{kk} - p_0)\cos^2\alpha + p_{jk}\sin 2\alpha \tag{15b}$$

$$p_{rq} = \tfrac{1}{2}(p_{jj} - p_{kk})\sin 2\alpha + p_{jk}\cos 2\alpha. \tag{15c}$$

Calculons la valeur des dérivées dp_{rr}/dt, dp_{qq}/dt, dp_{rq}/dt en partant de ces équations. Chacune d'elles est évidemment égale à zéro; un calcul facile, dans lequel il faut tenir compte des relations

$$e_j\cos^2\alpha + e_k\sin^2\alpha - \tfrac{1}{2}c_{jk}\sin 2\alpha = 0 \tag{16a}$$

$$e_j\sin^2\alpha + e_k\cos^2\alpha + \tfrac{1}{2}c_{jk}\sin 2\alpha = 0 \tag{16b}$$

$$(e_j - e_k)\sin 2\alpha + c_{jk}\cos 2\alpha = \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}, \tag{16c}$$

nous permettra donc de prouver que l'on a

$$+p_{rr} - p + 2p_{rq}\,T\frac{d\alpha}{dt} = 0 \tag{17a}$$

$$-p_{qq} + p + 2p_{rq}\,T\frac{d\alpha}{dt} = 0 \tag{17b}$$

$$-nT\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) - p_{rq} + (p_{rr} - p_{qq})\,T\frac{d\alpha}{dt} = 0\;. \tag{17c}$$

Jointes à l'égalité (8) du § 4., les équations (17) donnent

$$-p_{rq} = \frac{nT\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right)}{1 + T^2\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right)^2} \tag{18}$$

Ces équations sont conformes aux résultats donnés à la page 612 du Travail cité plus haut de M. Zaremba[1]) et elles conduisent aux mêmes conclusions.

[1]) Elles ne s'accordent pas, au contraire, avec les résultats donnés à la page 413 et 415 de la première Communication de M. Zaremba relative au pro-

Digitized by Google

§ 7. Nous adopterons donc désormais l'équation (5) du paragraphe précédent dont le degré d'approximation est, sans aucun doute, suffisant pour l'application que nous avons en vue. De cette équation et de l'équation fondamentale (13) du § 5. il résulte

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \mp \frac{2\, b^2\, a^2}{r^2\,(b^2 - a^2)}\, T(\sigma_a - \sigma_b)\ ; \tag{1}$$

dans cette équation, le second membre prend le signe négatif dans le cas du mouvement du liquide représenté dans la fig. 2 de l'introduction et le signe positif dans le cas opposé (fig. 3). La formule (1) est évidemment l'équation d'une certaine courbe; cette courbe est le lieu géométrique des points d'obscurité maxima. Elle s'étend de la paroi intérieure ($r = a$) à la paroi extérieure ($r = b$) en passant par les points, situés sur ces parois, que déterminent les équations

$$\operatorname{cotg}\ 2\chi_a = \mp \frac{2\, b^2}{b^2 - a^2}\, T(\sigma_a - \sigma_b) \tag{2a}$$

$$\operatorname{cotg}\ 2\chi_b = \mp \frac{2\, a^2}{b^2 - a^2}\, T(\sigma_a - \sigma_b). \tag{2b}$$

Si l'on voulait se rendre compte, d'une façon générale, de la forme de la courbe à laquelle nous venons de faire allusion, on pourrait procéder de la manière suivante. Soient ξ et η les coordonnées d'un maximum d'obscurité rapporté aux axes Ob et Oa de la fig. 1 de l'introduction. Nous prendrons la demidroite Ob pour axe des ξ et la demidroite Oa pour axe des η; l'orientation des axes $O\xi$, $O\eta$ sera donc indépendante du sens de la rotation imprimée au liquide. Le coefficient angulaire de la courbe en question aura pour valeur

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \frac{\operatorname{tg}\chi + r\,\dfrac{d\chi}{dr}}{1 - r\operatorname{tg}\chi\,\dfrac{d\chi}{dr}}\ . \tag{3}$$

La valeur de la dérivée $d^2\eta/d\xi^2$ est la suivante:

blème qui nous occupe (Bulletin Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Juin 1903); ces résultats qui sont erronés doivent être rejetés, ainsi que nous l'expliquerons dans une prochaine Communication.

Digitized by Google

$$(4) \qquad \frac{d^2\eta}{d\xi^2} = \frac{2\frac{d\chi}{dr} + r^2\left(\frac{d\chi}{dr}\right)^3 + r\frac{d^2\chi}{dr^2}}{\left(\cos\chi - r\sin\chi\frac{d\chi}{dr}\right)^3} \; ;$$

les valeurs de ces dérivées peuvent donc se calculer au moyen de l'équation (1) de ce paragraphe. Nous croyons cependant qu'il n'y aura aucun intérêt à poursuivre le calcul que nous venons d'indiquer tant que l'étude expérimentale du phénomène qui nous a occupés ne sera pas plus avancée qu'elle ne l'est actuellement.

Essayons de comparer les conclusions qui découlent de l'équation (1) avec le peu que l'on sait au sujet du phénomène qui fait l'objet de ce Travail. Pour ce qui est des liquides pour lesquels l'expérience fournit, pour l'angle χ, une valeur sensiblement égale à 45^0, la seule explication de la manière dont ils se comportent consiste à admettre que leur temps de relaxation est de *très* faible durée. En le supposant on conçoit que les mesures de Kundt, d'ailleurs fort peu exactes, aient été impuissantes à déceler le fait que, pour ces liquides, l'angle χ n'est pas rigoureusement égal à 45^0. En effet, l'équation (1) donne

$$\chi = 45^0 \text{ pour } T' = 0.$$

Dans le cas du collodion et des solutions de gomme arabique, les expériences de Kundt semblent s'accorder, au moins qualitativement, avec l'équation (1); en particulier, les résultats relatifs au signe de la différence $\chi - 45^0$ sont conformes à ceux que l'on déduit de l'équation (1) en y posant $\sigma_b = 0$, conformément aux conditions expérimentales dans lesquelles Kundt s'est placé. Nulle part dans le mémoire de Kundt, on ne trouve une indication explicite sur la forme de la courbe des maxima d'obscurité; les figures qu'il donne semblent impliquer que cette courbe est une droite dont la direction est celle du rayon. Cela revient à dire que l'angle χ est indépendant du rayon r. Dans un passage de son mémoire, Kundt dit avoir observé que l'angle χ ne changeait pas lorsqu'on variait l'épaisseur de la couche liquide soumise à l'expérience. Cette observation, si elle se confirmait, se trouverait évidemment en désaccord avec la formule que nous avons donnée.

La conclusion qui se dégage de cette discussion est qu'une étude expérimentale approfondie du phénomène qui nous a occupés dans ce Mémoire, promet de fournir des résultats du plus haut

Digitized by Google

intérêt. Elle pourrait enrichir la Science d'une méthode, simple et élégante, qui permettrait de déterminer cette constante fondamentale: le temps de relaxation, tout au moins pour une certaine classe de liquides [1]).

§ 8. Il importe d'observer que le phénomène, découvert par Kundt, dont nous avons essayé de donner la théorie, ne peut pas être expliqué en partant de la Théorie Classique de la Viscosité. Il est aisé de se rendre compte de la justesse de cette importante remarque. Acceptons, en effet, les équations de la Théorie Classique; elles sont les suivantes

$$p_{xx} - p = -2\mu e_x - \lambda \omega \tag{1a}$$

$$p_{yy} - p = -2\mu e_y - \lambda \omega \tag{1b}$$

$$p_{xy} = -\mu c_{xy} \quad , \tag{1b}$$

en désignant par λ et μ les deux coefficients de viscosité, par e_x, e_y, c_{xy} les composantes de la vitesse apparente de déformation, composantes définies au moyen des équations (3) du § 4 et enfin par ω la somme $e_x + e_y$ qui d'ailleurs est égale à zéro. A ces expressions des quantités $p_{xx} - p$, $p_{yy} - p$ et p_{xy}, comparons les valeurs des mêmes quantités données par les équations (8) du § 6; nous aurons

$$\varepsilon_x^* - \varepsilon_y^* = \frac{\mu}{n} (e_x - e_y) \tag{2a}$$

$$\gamma_{xy}^* = \frac{\mu}{n} c_{xy} \quad . \tag{2b}$$

De là on déduit, en tenant compte des équations (7) du § 3.,

$$\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^* = \frac{\mu}{n} \{ (e_x - e_y) \cos 2\theta + c_{xy} \sin 2\theta \} \tag{3a}$$

$$-\gamma_{rq}^* = \frac{\mu}{n} \{ (e_x - e_y) \sin 2\theta - c_{xy} \cos 2\theta \} \quad . \tag{3b}$$

Mais les équations (3) du § 4. montrent inmédiatement que l'on a

[1]) *Voir* le Mémoire de M. Const. Zakrzewski: Sur la position des axes optiques dans les liquides déformés, présenté à l'Académie dans la séance d'aujourd'hui.

Digitized by Google

4a) $$(e_x - e_y) \cos 2\theta + c_{xy} \sin 2\theta = 0$$

(4b) $$(e_x - e_y) \sin 2\theta - c_{xy} \cos 2\theta = -\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) ;$$

on a donc, en général,

(5) $$\frac{\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*}{\gamma_{rq}^*} = 0 \; ; \quad \operatorname{cotg} 2\chi = 0 \; ; \quad \chi = 45^0 .$$

C'est le résultat que nous avons annoncé et que nous désirions mettre nettement en évidence. Il faut en conclure qu'il existe au moins un phénomène bien défini que la Théorie Classique est impuissante à expliquer; on aperçoit ainsi la nécessité où l'on est d'adopter une théorie de la Viscosité fondée sur l'hypothèse de la relaxation.

---

2. ED. de JANCZEWSKI m. t. **Mieszańce porzeczek (Ribes L.) II.** ***(Hybrides des groseillers. II. [Ribes]).***

Dans une note antérieure [1]) nous avons fait connaître quelques hybrides des groseillers à grappes (*Ribesia*), cultivés dans nos jardins, et nous avons démontré que cette origine nuit rarement à leur productivité et souvent même l'augmente, fait si désiré par les horticulteurs.

Parmi les groseillers, il y a encore un certain nombre d'hybrides connus ou inconnus, provenant presque toujours de semis accidentels et propagés comme plantes d'ornement ou comme curiosités. Quelques-uns sont stériles ou à peu près: ce sont des hybrides issus d'un croisement d'espèces éloignées au point de vue de leur affinité. voire même appartenant à deux sous-genres; les autres, issus d'un croisement moins illégitime, peuvent être bien plus fertiles que leurs parents, lorsque ceux-ci sont transportés de leurs stations naturelles dans nos cultures.

Ayant cultivé presque tous ces hybrides, pour étudier les rapports avec leurs parents, le degré de leur fécondité et les caractères de leur postérité, nous sommes en droit et en état de donner

[1]) Hybrides des groseillers à grappes. Bulletin de l'Acad. des sciences de Cracovie. Juillet 1901.

Digitized by Google

aujourd'hui leur liste complète, accompagnée de quelques observations sur les formes déjà connues, et de la description de celles qui n'ont pas été encore signalées ou dont la connaissance laissait beaucoup à désirer.

1. **Ribes Houghtonianum** nob.

(*vulgare* Lamarck × *rubrum* Linne).

Ce groseiller à grappes, cultivé dans nos jardins sous le nom de Groseiller Houghton Castle et dont l'origine nous est inconnue, fut déjà décrit et figuré dans notre note précédente [1]). Sa deuxième génération est uniforme jusqu'à présent; les plantes sont encore trop jeunes pour fleurir.

2. **Ribes Gonduini** nob.

(*vulgare* Lamarck × *petraeum* Wulfen).

Les jeunes plantes, issues des semis de cet hybride qui fut obtenu par Gondouin à Saint-Cloud, décrit et figuré par Ed. Morren [2]) ainsi que dans notre note [3]) et est connu sous le nom de Groseiller rouge de Gondouin, portent bien le cachet du *R. petraeum* et leurs feuilles sont encore pourvues de soies à la deuxième année.

3. **Ribes futurum** nob.

(♀ *vulgare macrocarpum* nob. × ♂ *Warszewiczii* nob.)

Les graines issues du croisement opéré en 1903, viennent de germer.

4. **Ribes pallidum** Otto et Dietrich [4])

(*petraeum* Wulfen × *rubrum* L.)

Ce groseiller connu depuis la fin du XVIII-me siècle, désigné généralement sous le nom de Rouge de Hollande, et réputé le

[1]) l. c. pag. 296, fig. 1.

[2]) Annales de la Soc. d'Agriculture et de Botanique 1848. IV. 439. Belgique horticole 1851. I. Pl. 10.

[3]) l. c. pag. 298, fig. 2.

[4]) Allgemeine Gartenzeitung 1842. X. 268. M. Hedlund est, nous croyons, le premier qui a identifié le groseiller Rouge de Hollande à la plante de ces auteurs, qui n'en ont pas vu, malheureusement, ses fruits. Sous tout autre rapport, leur diagnose correspond très bien à l'hybride en question.

Digitized by Google

meilleur pour les pays septentrionaux, rappelle, dans sa deuxième génération, sa forme-mère; ses feuilles perdent leurs soies, comme nous l'avons déjà dit [1]), dans la deuxième, la troisième et même dans la quatrième année.

Le *R. Kitaibelii* Dörfler (*R. ciliatum* Kitaibel) spontané près du village „Mieders in Stubai", dans les bois riverains du „Bachleiten", en Tirol, et transplanté dans quelques jardins villageois [2]) nous paraît être à tout égard semblable au groseiller Rouge de Hollande. Si sa grappe est plus courte et moins lâche, cela peut bien venir des conditions extérieures (lumière, température, humidité) qui influent beaucoup sur l'aspect de cet organe, comme nous l'avons constaté en observant le même pied du *R. petraeum* pendant quatre ans de suite.

5. **Ribes holosericeum** Otto et Dietrich [3])
(*petraeum* Wulfen × *rubrum* L.).

Le groseiller Velouté possédant un très mauvais pollen, comme nous l'avons constaté ailleurs [4]), il fallait s'attendre à ce que sa fécondation en plein air fût plutôt produite par le pollen des espèces poussant à proximité, que par le sien. En effet, sa deuxième génération ne ressemble pas du tout par ses feuilles à la forme mère, mais soit au *R. rubrum*. soit au *R. Warszewiczii*.

6. **Ribes urceolatum** Tausch [5])
(*multiflorum* Kitaibel × *petraeum* Wulfen).

Tausch considérait cette plante comme une espèce distincte; Maximowicz l'incorpora au *R. multiflorum*, à titre de variété, bien qu'il la sût seulement cultivée [6]).

Arbrisseau robuste, à scions raides, trapus, à bourgeons plus gros que dans d'autres groseillers à grappes, sauf le *R. multiflorum*.

[1]) l. c. pag. 301, fig. 3.
[2]) Herbarium normale, editum ab I. Dörfler, N° 4264.
[3]) Allgemeine Gartenzeitung 1842. X. 266.
[4]) l. c. pag. 300.
[5]) Flora. 1838, pag. 720.
[6]) Diagnoses pl. nov. Japoniae et Mandsh. Bull. de l'Acad. de Pétersbourg 1874, pag. 258.

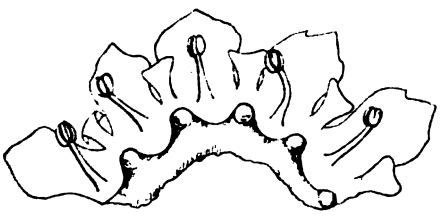
Digitized by Google

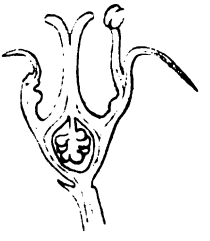
Feuilles grandes, lobées, planes, subglabres en dessus, presque tomenteuses en dessous.

Pétioles tomenteux, souvent lavés de rouge.

Grappes longues jusqu'à 12 cm., portant jusqu'à 40 fleurs. Rachis raide, épais, légèrement tomenteux. Bractées très petites, arrondies. Pédicelles de longueur double ou égale à celle des bractées.

Fleurs petites d'un jaune verdâtre, lavées de rouge. Réceptacle turbiné, un peu bombé au-dessous des étamines, muni de 5 mamelons distincts, souvent lavés de rouge, situés au dessous des pétales et reliés entre eux par un léger pli (fig. 1, 2). Sépales obovales, larges, souvent ciliés, lavés de rouge sur les bords, recourbés ou presque refléchis. Pétales cunéiformes, lavés de rouge sur les bords, recourbés. Filets assez longs, souvent lavés de rouge, plus ou moins





R. urceolatum.

Fig. 1. Fleur débarrassée de son pistil et étalée. Gr. 8.

Fig. 2. Coupe médiane de la fleur. Gr. 8.

courbes dans la partie inférieure (fig. 2). Anthères blanches, petites; pollen mixte, avec environ 50% de grains stériles. Ovaire avec la voûte conique; style bifide.

Fruits assez gros, ronds, pourpre-foncé comme une griotte, acides, mûrissant très tard. Graines grandes, fertiles. Jeunes fruits d'un vert bleuâtre. Fertilité infiniment supérieure à celle du *R. multiflorum* cultivé, qui ne donne que rarement quelques fruits dans nos jardins; elle peut être considérée comme supérieure à celle du *R. petraeum* cultivé, qui donne de fruits peu nombreux dans nos jardins, mais surtout parce que ses graines y sont stériles.

Bien que les organes de végétation, les grappes et les fruits de ce groseiller soient fort semblables au *R. multiflorum*, son origine hybride est trahie par la forme, la structure et la couleur des fleurs, intermédiaires entre les parents, et entièrement confirmée par la qualité de son pollen.

Digitized by Google

7. **Ribes Koehneanum** nob.

(*multiflorum* Kitaibel × *vulgare* Lamarck).

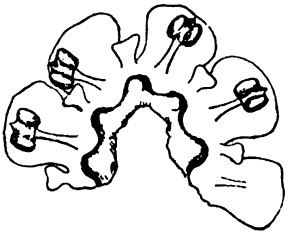
Nous ne connaissons cet hybride que par les échantillons d'herbier, communiqués par M. Koehne, et assez bien conservés pour qu'on puisse y reconnaître ses principaux caractères. M. Koehne les récolta au Jardin botanique de Berlin, où il était cultivé sous le nom de *R. caucasicum*.

Feuilles assez grandes, à lobes subobtus, peu développés, à base subcordée, légèrement pubescentes.

Pétioles pubescents.

Grappes longues jusqu'à 10 cm., lâches, portant jusqu'à 35 fleurs. Rachis pubescent. Bractées très petites, arrondies. Pédicelles subglabres, longs de 0.1—0.3 cm.

Fleurs petites, subrotacées, verdâtres. Réceptacle légèrement pelviforme, presque plat, muni d'un anneau saillant, s'élevant en



R. Koehneanum.
Fig. 3. Fleur étalée, sans l'ovaire. Gr. 8.

5 gros mamelons au devant des pétales (fig. 3). Sépales arrondis, d'abord plus larges que longs, s'allongeant ensuite par leur base. Pétales cunéiformes, n'atteignant pas la mi-longueur des sépales. Filets assez longs, droits. Anthères très larges, aplaties, semblables à celles du *R. vulgare* et prenant souvent la forme papillonnée après l'anthèse. Pollen un peu mixte, avec environ 10% de grains stériles. Ovaire pyriforme; style bifide. Fruits inconnus.

Hybride presque intermédiaire entre les parents, un peu plus proche du *R. vulgare* qu'il rappelle surtout par la forme si caractéristique des anthères et la forme de la fleur.

Digitized by Google

8. **Ribes Gordonianum Lemaire**[1])

(*sanguineum* Pursh × *aureum* Pursh).

Produit en Angleterre et quelquefois nommé *R. Beatoni*, cet hybride est souvent cultivé dans les jardins d'agrément pour ses jolies fleurs et sa floraison abondante; il tient le milieu entre les deux parents. Son pollen est entièrement stérile; ses nombreux ovules, d'apparence normale, ne contiennent pas de sac embryonnaire et sont également stériles.

9. **Ribes Bethmontii** nob.

(*malvaceum* Smith × ? *sanguineum* Pursh),

Cultivé chez M. Daniel Bethmont, au château de Ruffec, sous le nom de *R. malvaceum*, et provenant, d'après une lettre de M. Bethmont, des pépinières A. Leroy à Angers.

Arbrisseau assez vigoureux, à scions pubescents, semés de glandes distinctes, brièvement pédicellées. Bourgeons verts, allongés, assez gros, à écailles herbacées.

Feuilles finement rugueuses, assez grandes, 10 cm. larges, 9 cm. longues, lorsqu'elles sont entièrement développées, à lobes ovoïdes, obtus, à base cordée. Les deux faces sont munies de nombreuses glandes visqueuses, brièvement pédicellées; l'inférieure, en outre, pubescente. Pétioles longs de 6,5 cm., pubescents, munis de nombreuses glandes pédicellées, avec quelques soies poilues à la base (gaîne).

Grappes longues de 4 cm., portant jusqu'à 18 fleurs, assez serrées. Rachis amplement lavé de rouge, pubescent et glanduleux. Bractées rose-carmin, obovales-oblongues, longues de 0,6 cm., larges de 0,2 cm. creusées en cuiller, glanduleuses. Pédicelles verts, très courts. Bractéoles carminées, ligulées, glanduleuses, égalant l'ovaire aux fleurs inférieures, nulles aux supérieures.

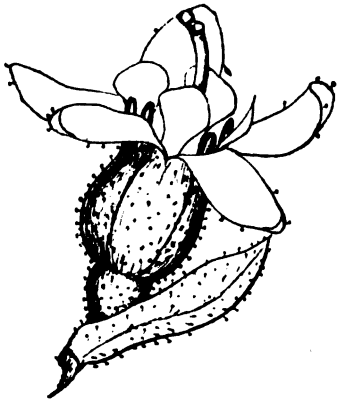
Fleurs roses carminées, pubescentes et glanduleuses à l'extérieur. Réceptacle subsphérique, aussi large que haut (fig. 4), pubescent à l'intérieur et jaune-vert dans le fond. Sépales étalés, ellipsoïdes 1,5 fois plus longs que larges, un peu concaves aux sommets. Pétales, blancs, plus tard rose-foncé, spatulés, n'atteignant pas la mi-longueur des sépales. Etamines plus courtes que les pétales. Filets blancs ou

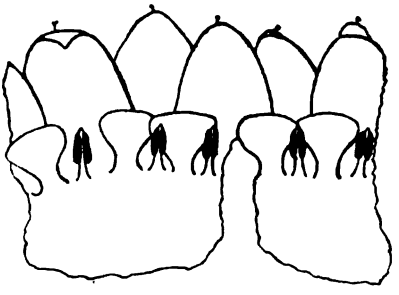
[1]) Flore des serres et des jardins 1846. II. pl. 165.

Digitized by Google

rouges, très-courts; anthères étroites, à connectif pubescent, à loges oblitérées, dépassées par la pointe du connectif, entièrement vides (fig. 5). Ovaire pubescent et glanduleux. à voûte conique, contenant des ovules. Style blanc, pubescent, dépassant beaucoup les pétales, bifurqué au sommet. Ovules développés, mais n'ayant pas l'air d'être fertiles.

Le *R. Bethmontii* trahit son origine hybride par la stérilité complète de ses anthères et rappelle beaucoup, par la rugosité des feuilles





R. Bethmontii.

Fig. 4. Fleur avec bractée. Un pétale manque. Gr. 8.

Fig. 5. Fleur debarrassée de son pistil et étalée. Gr. 8.

et la pubescence de l'ovaire, du style et de l'intérieur du réceptacle le *R. malvaceum*, inconnu dans nos jardins. Mais tous ces caractères sont moins accentués, et les soies glanduleuses manquent à la face supérieure des feuilles qui sont assez grandes; il est donc juste de présumer que l'autre espèce, ayant participé au croisement, portait des caractères contraires, et que ce fut le *R. sanguineum*.

10. **Ribes Schneideri** Maurer [1])

(*grossularia* L. × *nigrum* L.).

M. Koehne qui a décrit avec tant de précision cette plante curieuse, vient de nous communiquer que l'hybride en question se

[1]) Koehne. *Ribes Grossularia* × *nigrum* (R. Schneideri Maurer in litt) — Gartenflora 51-e année.

Digitized by Google

produisit accidentellement en Angleterre, avant de se produire en Allemagne, y fut nommé *R. Culverwelli* et mentionné plus d'une fois [1]). De notre part, nous pouvons ajouter aux observations de M. Koehne, que le pollen est entièrement stèrile dans ses anthères, les grappes portent jusqu'à 5 fleurs, la fleur basale de la grappe peut être remplacée, comme dans le *R. nigrum*, par une minuscule grappe secondaire, biflore, les bourgeons sont ovoïdes-pointus, avec écailles extérieures brunâtres, papyracées, comme dans le *R. Grossularia*, et que dans nos cultures, les glandes huileuses ne sont pas du tout très rares à la face inférieure des feuilles.

11. **Ribes intermedium** Carrière [2])

(♀ *albidum* Paxton × ♂ *nigrum* L.).

Cet hybride fut obtenu par Billiard à Fontenay près Paris.

Plante robuste, n'ayant pas l'odeur désagréable du cassis. Scions longs, gros, raides, brièvement pubescents et blanchâtres à la première jeunesse, ensuite jaune-bronzé. Bourgeons gros, allongées, à écailles herbacées, vertes, un peu lavées de rouge.

Feuilles assez grandes, les adultes 11 cm. longues, 12 cm. larges, lobées, cordées à la base, souvent asymétriques, à lobe médian pour la plupart aussi prédominant que dans le *R. nigrum*. Face inférieure semée de toutes petites glandes sessiles, pubescente aux nervures. Pétioles longs de 6 cm., pubescents, avec soies poilues à la base (gaîne).

Grappe à peine moyenne et lâche, contenant une dizaine, rarement une quinzaine de fleurs, rouge avant leur épanouissement. Rachis tomenteux. Bractées pâles, liguleuses, longues de 0.4—0.5 cm., tomenteuses. Pédicelles courts, de 0.2—0.3 cm., tomenteux. Bractéoles lancéolées, petites, pubescentes.

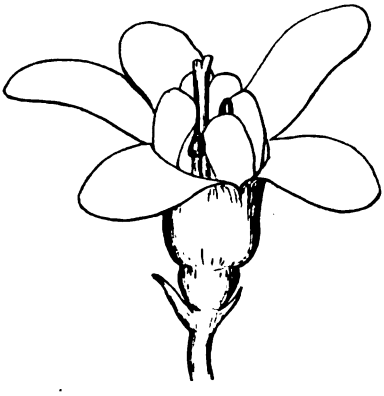
Fleurs presque moyennes, carnées, tomenteuses et glanduleuses

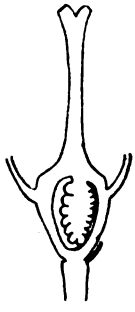
[1]) I. W. Culverwell in Gard. Chron. II. 19. 635 (1883).
II. M. T. Masters in Gard. Chron. III. 12. 277 fig. 46 (1892).
III. J. M. Macfarlane in Transact. Roy. Soc. Edinburgh 37. 203, w. plate (1892).
IV. J. H. Wilson in Journ. Roy. Hortic. Soc. London 24. 168 fig. 78—88 (1900).
V. J. M. Macfarlane in Gard. Chron. III. 28. 7 (1900).

[2]) Revue horticole 1867, pag. 125.

Digitized by Google

à l'extérieur (fig. 6). Réceptacle cupuliforme, 1.5—2.0 fois plus large que haut. Sépales étalés. oblongs, 2.0—2.5 fois plus longs que larges, 2.0 fois plus longs que la hauteur du réceptacle. Pétales d'un blanc crémeux, obovales, un peu spatulés, de la mi-longueur des sépales ou un peu plus. Etamines n'égalant pas les pétales. Anthères assez petites, presque ovoïdes, avec petit pore (dépression) au sommet du connectif. Pollen assez mauvais, mais contenant 10—15% de grains apparemment bons. Ovaire pubescent, semé de glandes minuscules, subinfère. Voûte soulevée en cône bas, calleux comme dans le *R. nigrum* (fig. 7). Style dépassant les pétales, fendu





R. intermedium.

Fig. 6 Fleur entière. Gr. 8. Fig. 7. Coupe médiane du pistil. Gr. 8.

seulement entre les stigmates, au sommet même. Ovules peu nombreux. Fruits semblables à ceux du *R. albidum,* d'après Carrière.

Le *R. intermedium* est réellement intermédiaire entre les deux parents, se rapprochant du *R. nigrum* par les organes sexuels, pistil et anthères, du *R. sanguineum* ou *R. glutinosum* par les scions, bourgeons, grappes et fleurs. La mère, *R. albidum*, est généralement considérée somme une variété du *R. sanguineum;* à notre avis, elle tient plus du *R. glutinosum* Bentham, espèce souvent confondue avec le *R. sanguineum*, mais plus robuste et à fleurs plus pâles.

12. **Ribes Spachii** nob.

(*cereum* Douglas × *inebrians* Lindley).

Arbrisseau d'origine inconnue, cultivé chez M. L. Späth à Berlin, sous le nom de *R. cereum.*

Digitized by Google

Les deux espèces qui ont donné naissance à cet hybride, se ressemblent tellement par leur port, feuillage, grappes corymbiformes et fleurs tubuleuses, blanches, qu'elles sont bien faciles à confondre. Cependant, leurs différences ont été jadis parfaitement décrites par Ed. Spach[1]), sauf le seul détail que le style est glabre dans le *R. inebrians*[2]), pubescent dans le *R. cereum*.

La plante en question est un peu plus proche du *R. cereum*, mais possède aussi quelques caractères du *R. inebrians*. Ses feuilles sont un peu incrustées d'une substance blanche, cireuse, ou plutôt résineuse. Ses bractées sont largement cunéiformes, à peine dentelées sur le bord supérieur. Son style, glabre comme celui du *R. inebrians*, dépasse bien la fleur, comme dans le *R. cereum*. Ses étamines sont insérées aussi haut que dans le *R. inebrians*, soit au $^4/_5$ de la longueur du réceptacle tubuleux; leurs anthères, plus petites que celles des parents, contiennent un pollen mixte, avec environ 25% de grains bien conformées.

Les fruits nous sont inconnus.

---

3. MM. L. WACHHOLZ et S. HOROSZKIEWICZ. **O fizyo-patologicznym mechanizmie utopienia.** ***(Etudes expérimentales sur le mécanisme physio-pathologique de la submersion).*** Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

MM. Wachholz et Horoszkiewicz ont cherché à résoudre expérimentalement et d'une manière décisive les problèmes suivants: quels sont les phénomènes inhérents à la submersion, à quelles phases l'eau pénètre-t-elle dans les voies respiratoires chez les noyés; et quelles sont les causes dont dépend la quantité, plus ou moins grande, d'eau aspirée.

La première série d'expériences en comprend douze, faites de telle sorte que les animaux sur lesquels ils expérimentaient, étaient si brusquement immergés, les uns dans de l'eau froide, les autres

[1]) Spach. Histoire naturelle d. vég. phanérog. 1838, VI. p. 153 154.

[2]) Le *R. Späthianum* Koehne est un synonime du *R. inebrians*, dont nous avons examiné des échantillons déterminés par Spach (herb. Webb). La diagnose primitive de Lindley (Botanical Register 1831. XVII, tab. 1471) contient quelques inexactitudes, corrigées ensuite par Spach.

Digitized by Google

dans de l'eau à la température de 37° centigrades, qu'ils ne pouvaient remonter à la surface. Dans un certain nombre de ces expériences, les observateurs ont hermétiquement comprimé la trachée des animaux avant l'apparition de leurs derniers soupirs.

On a déterminé le nombre des globules sanguins. ainsi que la densité (celle-ci à l'aide de l'aéromètre Hammerschlag) et le point cryoscopique du sang d'abord sur du sang tiré de la carotide, sur ces animaux, puis du coeur gauche quarante minutes après leur mort.

Ces expériences ont démontré que les poumons de tous ces animaux, que ceux-ci aient eu ou non la trachée comprimée, étaient à un égal degré remplis d'eau. Il en était de même pour le degré de dilution du sang. Cependant, ce dernier (qui était manifesté par la diminution du nombre des globules sanguins et de la densité du sang, ainsi que par l'augmentation du point cryoscopique) était beaucoup plus considérable chez les animaux qui avaient été noyés dans de l'eau chaude que chez ceux qui l'avaient été dans de l'eau froide. Cette plus grande dilution du sang prouve donc que les animaux qui se noient dans de l'eau chaude en aspirent davantage dans les poumons, parce que l'eau chaude irrite moins les voies aériennes que l'eau froide, dans les premiers moments de la submersion.

Les observateurs ont déjà pu, de ce premier groupe d'expériences, tirer la conclusion suivante: le noyé aspire la plus grande quantité d'eau dans le temps qui précède la phase des derniers soupirs.

Le second groupe comporte dix-huit expériences faites sur des chiens et des chats qui aspiraient, par la canule trachéale, l'eau contenue dans un récipient gradué, pendant qu'un appareil enregistreur, disposé à cet effet, notait la quantité d'eau aspirée ainsi que le moment où se produisait cette aspiration.

Ces expériences ont démontré l'exactitude du schème divisé en cinq phases, des expérimentateurs Brouardel et Loye. Les animaux aspiraient dans la troisième phase le maximum d'eau de la quantité totale qu'ils aspiraient durant toute la durée de l'expérience jusqu'à leur mort, tandis que dans la cinquième phase, où bien l'eau aspirée au moment des derniers soupirs était aussitôt expirée, ou bien une certaine quantité de l'eau aspirée dans la troisième phase était rendue dans les dernières expirations, y compris la quantité d'eau aspirée au moment des derniers soupirs; ou bien enfin, les animaux

Digitized by Google

aspiraient et retenaient dans la cinquième phase une quantité d'eau si minime que celle-ci représentait $^1/_{15}$ en moyenne, $^1/_7$ au maximum et $^1/_{32}$ au minimum de la quantité totale aspirée pendant toute la durée de l'expérience.

Dans l'une de ces expériences, les observateurs ont empêché le passage de l'eau dans la trachée avant l'apparition des derniers soupirs, et malgré cela, la quantité totale de l'eau aspirée dans les poumons n'était pas moindre (par kgr. de chair vive) chez cet animal que chez ceux qui avaient pu librement aspirer l'eau pendant la phase des derniers soupirs. Cette obturation du passage de l'eau dans la trachée n'influa pas davantage sur le point cryoscopique du sang.

MM. Wachholz et Horoszkiewicz ont constaté en outre que quelques-uns de ces animaux, préalablement narcotisés, de même que ceux qui avaient été noyés dans de l'eau à la température de 37° centigrade, aspiraient 8·4 ccm. d'eau de plus par kilogramme de chair vive, que les animaux non narcotisés et noyés dans de l'eau froide.

Le point cryoscopique du sang, pris d'abord chez ces animaux vivants, puis après leur mort, marquait une différence plus sensible, proportionellement à la quantité d'eau aspirée, chez les animaux noyés dans de l'eau chaude que chez ceux qui l'avaient été dans de l'eau froide, ainsi que chez ceux qui avaient été noyés dans de l'eau froide après avoir été narcotisés.

Les expérimentateurs n'ont pas observé chez les animaux narcotisés, les phénomènes des deux premières phases; en revanche, ils ont constaté dans la cinquième, un nombre beaucoup plus important de derniers soupirs que chez les animaux qui n'avaient pas été soumis à l'anesthésie chloroformique.

Les animaux narcotisés vivaient beaucoup plus longtemps durant les expérimentations, que ceux qui ne l'étaient point et de plus, les battements du coeur persistaient chez eux pendant quelque temps après l'arrêt de la respiration.

Deux chiens ayant été noyés dans des conditions identiques, mais dont l'un avait été préalablement narcotisé, les observateurs ont constaté chez ce dernier une moindre dilution du sang que chez l'autre, malgré une plus grande quantité d'eau aspirée, relativement à un kilogramme de chair vive. Mais, tandis que la dilution du sang (déterminé par le point cryoscopique) était apparente dans le

Digitized by Google

coeur droit du chien narcotisé, elle était tout-à-fait nulle dans cet organe chez le chien non narcotisé.

MM. Wachholz et Horoszkiewicz concluent de ces expériences que la diminution de la dilution du sang constatée dans le coeur gauche chez les animaux narcotisés, provient du mélange du sang du coeur gauche, dilué au commencement des expériences, avec celui du coeur droit. La cause de ce mélange résulterait de la persistance des fonctions cardiaques au moment de l'arrêt des fonctions respiratoires, et par conséquent de la suspension des facultés d'absorption des alvéoles pulmonaires.

Le troisième groupe comprend deux expériences, que les expérimentateurs ont faites dans le but de démontrer que la trachéotomie que l'on pratique sur un animal avant de le submerger, n'a d'influence ni sur la succession des phénomènes, ni sur la quantité d'eau aspirée, ni même sur le temps de l'aspiration, ainsi que cela avait été mis en doute par M. Strassmann à propos des expériences de MM. Brouardel et Loye.

A cet effet, ils coiffèrent un chat et un lapin d'un masque en caoutchouc, qui communiquait avec un récipient gradué rempli d'eau et avec un appareil enregistreur qui notait la quantité d'eau aspirée.

Ces expériences ont donné des résultats absolument identiques à ceux du deuxième groupe.

Le quatrième groupe comprend dix-sept expériences.

Dans l'une d'elles, les observateurs ont noyé un chien dans un bassin plein d'eau teinte de telle façon que l'animal puisse nager librement jusqu'à ce que ces forces l'eussent complètement abandonné. Les poumons de cet animal étaient remplis d'eau à un égal degré et la dilution (celle-ci a été déterminée par le calcul des globules sanguins, par la densité et le point cryoscopique) de son sang était la même que chez les animaux brusquement submergés du premier groupe. Or, puisqu'on observe chez un animal lentement submergé les mêmes altérations que chez celui qui l'a été brusquement il s'ensuit, selon MM. Wachholz et Horoszkiewicz, que la submersion prolongée consiste tout simplement en une natation d'abord libre qui est suivie d'une submersion subite, dès l'instant où celle-là cesse.

Ceci explique donc, d'une manière péremptoire, pourquoi la submersion prolongée n'entraîne pas une aspiration d'eau plus considérable.

Digitized by Google

Dans seize expériences, les chiens aspiraient de l'eau par la canule trachéale dès le début, tantôt au moment de l'inspiration, tantôt au moment de l'expiration.

Quelques-uns de ces animaux avaient été préalablement narcotisés. d'autres avaient aspiré de l'eau chaude, d'autres enfin de l'eau froide.

Ces expériences ont démontré que les animaux submergés dans des conditions identiques, mais après l'expiration, aspirent en moyenne 6 ccm. d'eau de plus (par kilogramme de chair vive) que les animaux submergés après l'inspiration.

L'influence de l'eau chaude ainsi que celle de l'anesthésie qui précédait les expériences, sont également évidentes dans ce groupe.

La capacité vitale des poumons aurait d'après les observateurs, la plus grande influence sur la quantité d'eau aspirée par celui qui se noie.

MM. Wachholz et Horoszkiewicz démontrent aussi en se basant sur les expériences du deuxième et du quatrième groupe, que le poids du corps et le sexe ont une influence manifeste sur la capacité vitale des poumons et par là, sur la quantité d'eau aspirée pendant la submersion.

Les animaux d'un poids assez grand aspiraient (dans des conditions égales et par kilogramme de chair vive) 27·9 ccm. d'eau de moins que les animaux d'un poids inférieur. Les femelles aspiraient 13 ccm. d'eau de moins que les mâles, par kilogramme de chair vive.

D'où il résulte que dans le premier cas et chez les femelles, la quantité d'eau aspirée est moindre.

L'ensemble de ces expériences a conduit MM. Wachholz et Horoszkiewicz aux conclusions suivantes:

1-o. Les phénomènes de la submersion se composent de cinq phases, à l'exclusion des deux premières chez les animaux fortement narcotisés avant les expériences;

2-o. Celui qui se noie aspire la plus grande quantité de l'eau totale aspirée dans les voies aériennes, pendant la troisième phase et non pendant la cinquième;

3-o. La quantité totale d'eau aspirée (par kilogramme de chair vive) le volume de l'eau contenue dans les poumons, et le degré de dilution générale du sang chez les noyés sont d'autant plus grands:

Digitized by Google

a) que la capacité vitale des poumons est plus grande;

b) que l'eau dans laquelle l'individu se noie est plus chaude.

Il en est de même:

c) si l'individu qui se noie est troublé. sans connaissance ou anesthésié;

d) si l'eau a pénétré dans les voies aériennes après l'expiration et non après l'inspiration;

e) enfin, si le nombre et l'amplitude des derniers soupirs sont considérables, et si les dernières inspirations surpassent en intensité les dernières expirations.

L'influence des derniers soupirs sur la quantité totale de l'eau aspirée n'a qu'une importance secondaire. si l'on considère que dans les expériences de MM. Wachholz et Horoszkiewicz, la quantité d'eau aspirée durant cette phase, se montait à peine à 3 ccm. par kilogramme de chair vive.

---

3. M. CH. DZIEWOŃSKI. **O fenylacenaftylmetanie, nowym węglowodorze aromatycznym.** *(Über Phenylacenaphtylmethan, einen neuen aromatischen Kohlenwasserstoff). (Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique: phénylacénaphtylméthane).* Mémoire présenté par M. S. Niementowski m. c.

Die sehr befriedigenden Dehydrogenisationsresultate, die ich durch Schmelzen von Acenaphten mit Schwefel [1]) erzielt habe, veranlassten mich die Synthese eines neuen Derivates derselben vorzunehmen, um dadurch einen mehr als zwei Methenseitengruppen enthaltenden Kohlenwasserstoff zu gewinnen. Ein solches Derivat des Acenaphtens, welches sich besonders für weitere Dehydrogenisationsversuche eignen sollte, habe ich zusammen mit Herrn Eligio Dotta durch Einwirkung von Benzylchlorid auf Acenaphten dargestellt. Diese Reaktion vollzieht sich sehr günstig, indem man beide genannten Körper in Gegenwart von Zinkstaub oder Zinkchlorid zusammen erhitzt.

Wie unsere unten angegebenen Versuche beweisen, wirkt Benzylchlorid auf Acenaphten in der Weise ein, dass die Benzyl-

[1]) Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie. Février 1903. S. 77.

Digitized by Google

gruppe an den Naphtylenring desselben Kohlenwasserstoffes angeknüpft wird:

$$C_6H_5CH_2Cl + C_{10}H_6\begin{cases}CH_2\\|\\CH_2\end{cases} = C_6H_5CH_2C_{10}H_5\begin{cases}CH_2\\|\\CH_2\end{cases} + HCl.$$

Der entstandene Kohlenwasserstoff, dem die Formel eines Benzylacenaphtens oder richtiger eines Phenylacenaphtylmethans zukommt, lässt sich vorzüglich oxydieren, wobei er zwei Oxydationsprodukte liefert: die Benzylnaphtalsäure und die Benzoylnaphtalsäure, Körper, welche die stufenweise Oxydation des Kohlenwasserstoffes vorstellen können:

$$C_6H_5CH_2C_{10}H_5\begin{cases}CH_2\\|\\CH_2\end{cases} \rightarrow C_6H_5CH_2C_{10}H_5\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} \rightarrow$$

$$\rightarrow C_6H_5COC_{10}H_5\begin{cases}COOH\\COOH.\end{cases}$$

Die von uns dargestellte Benzoylnaphtalsäure hat einige Eigenschaften, welche denen der von Graebe und Haas auf ganz anderem Wege erhaltenen α-Benzoylnaphtalsäure ähnlich sind.

Da jedoch ein gewisser Unterschied zwischen den Eigenschaften der Oximderivate beider dieselbe empirische Zusammensetzung besitzenden Körper vorkommt, können wir gegenwärtig noch kein Urteil darüber aussprechen, ob hier isomere oder identische Körper vorliegen.

Eine Dehydrogenisationsprobe mit dem auf die oben angegebene Weise dargestellten Kohlenwasserstoff hat uns sehr zufriedenstellende Ergebnisse geliefert. Durch Einwirkung von Schwefel auf Phenylacenaphtylmethan erhalten wir zwei neue Körper: eine rote Thioverbindung und einen gelben hochschmelzenden Kohlenwasserstoff. Diese Körper lassen uns eine Analogie mit den von uns durch Einwirkung von Schwefel auf Acenaphten erhaltenen Körpern vermuten.

Es wird über dieselbe bald ausführlicher berichtet.

Experimenteller Teil.

In Gemeinschaft mit Herrn Eligio Dotta.

Phenylacenaphtylmethan (Benzylacenaphten).

$$C_6H_5CH_2.\ C_{10}H_5\begin{cases}CH_2\\|\\CH_2\end{cases}$$

Digitized by Google

Der Kohlewasserstoff bildet sich bei der Einwirkung von Benzylchlorid auf Acenaphten in Gegenwart von Zinkstaub oder besser von frisch bereitetem Zinkchlorid. Letztere Methode gibt eine sehr befriedigende Ausbeute und liefert den Kohlenwasserstoff in viel reinerer Form. Sie vollzieht sich auf folgende Weise: Man erhitzt 5 Teile Acenaphten zusammen mit 3 Teilen Benzylchlorid und 3 Teilen frisch geschmolzenen und pulverisierten Zinkchlorid auf dem Ölbade bis 125°.

Es tritt eine starke Reaktion ein, indem Salzsäure entweicht. Nachdem die Gasentwickelung nachgelassen hat, erhitzt man das Gemisch noch ungefähr zwei Stunden auf 150—180° C. Dann giest man die noch warme Flüssigkeit vom Zinkchlorid in eine Retorte ab und unterwirft das Gemisch der fraktionierten Destillation.

Das bis 320° C übergehende Destillat, welches hauptsächlich aus unverändertem Acenaphten besteht, fängt man gesondert auf; in dem weiter destillierenden Anteil (Temp. 320—360°) gewinnt man ein Produkt. das grösstenteils den neuen Kohlenwasserstoff enthält. Dasselbe wird ein bis zweimal fraktioniert, wobei man das bei 330—350° C übergehende Destillat gesondert auffängt.

Dieses Destillat bildet ein schweres Öl, welches gleich erstarrt und nach zweimaligem Umkristallisieren aus heissem Alkohol reinen Kohlenwasserstoff in Form von glänzenden, weissen Nadeln ergibt. Die Ausbeute beträgt circa 30% des an der Reaktion beteiligten Acenaphtens. Phenylacenaphtylmethan schmilzt bei 112—113° C und siedet bei 340—245° C. Es löst sich leicht in kochendem Alkohol, Essigsäure, Benzol u. s. w. Löslich in kalter Schwefelsäure mit goldgelber Farbe.

Mit viel überschüssiger Pikrinsäure bildet es eine sich ausserordentlich leicht zersetzende, rote Verbindung, die rein zu isolieren uns unmöglich war.

Die Analyse:

Gefunden:	Berechnet für C_{19} H_{16}
I. 93, 46% C 6, 66% H.	93, 44% C 6, 55%
II. 93, 56% C 6, 34% H.	

Die Molekulargrösse des Kohlenwasserstoffes wurde mittels der eboulioskopischen Methode unter Anwendung von Benzol als Lösungsmittel bestimmt. Die Ergebnisse dieser Bestimmung waren folgende:

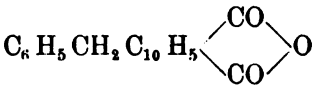
Digitized by Google

I. 243. II. 255. III. 255.	Sie stimmen für die Fornel $C_{19}H_{16}$ die die Zahl 244 verlangt.

Oxydation des Phenylacenaphtylmethans.

Durch Oxydation des Kohlenwasserstoffes mittels Natriumbichromat in essigsaurer Lösung erhält man eine Mischung zweier Produkte, die sich durch Extraktion mit kochendem Alkohol leicht trennen lassen, indem der eine Körper, die Benzylnaphtalsäure, in diesem Lösungsmittel ziemlich leicht löslich ist. der andere dagegen, das Benzoylnaphtalsäureanhydrid als Rückstand ungelöst bleibt. Beide Körper sind in Alkalien löslich und haben einen ausgeprägt sauren Charakter. Man erhält sie durch vorsichtige Oxydation in fast quantitativer Ausbeute.

Benzylnaphtalsäureanhydrid.



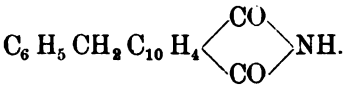
Das Produkt, welches in kochendem Alkohol löslich ist, kristallisiert aus solchen Lösungen in Form prächtiger, seideglänzender, weisser Nadeln. Es schmilzt bei 160—163° C; löst sich ziemlich leicht in Alkalien und in kalter, konzentrierter Schwefelsäure auf. Es stellt eine Mischung der Säure und deren Anhydrid vor, die durch Erhitzen bis zu 150—160° C und Kristallisieren aus kochendem Eisessig in reines Anhydrid übergeführt wird.

Benzylnaphtalsäureanhydrid schmilzt bei 175° C.

Analyse:			Berechnet für $C_{19}H_{12}O_3$
I. 78·93% C.	II. 78·93% C.	III. 79·09% C.	79·16% C.
4·29% H.	4·22% H.	4·41% H.	4·16% C.

Die Bildung des Imids beweist, dass es eine zweibasische Säure ist.

Benzylnaphtalsäureimid



Diese Verbindung erhält man durch längeres Erhitzen des Benzylnaphtalsäureanhydrids mit überschüssigem konz. Ammoniak auf

Digitized by Google

dem Wasserbade, wobei sie sich als voluminöser, weisser Niederschlag bildet. Löslich in Alkohol und Essigsäure. Sie kristallisiert in weissen Nädelchen vom Schmpt. 227° C.

Analyse:		Berechnet für $C_{19}H_{13}O_2N$:
Gef. I.	79·77% C.	79·4 % C.
	4·54% H.	4·53% H.
II.	5·01% N.	4·88% N.

Benzoylnaphtalsäureanhydrid

$$C_6H_5COC_{10}H_5\begin{matrix}CO\\ \diagup\ \diagdown\\ CO\end{matrix}O$$

bildet sich bei direkter Oxydation von Phenylacenaphtylmethan neben der Benzylnaphtalsäure, von der es durch Extraktion mittels heissem Alkohol getrennt wird, indem es als ein in diesem Lösungsmittel unlöslicher Rückstand auf dem Filter zurückbleibt.

Man erhält dasselbe auch bei der weiteren Oxydation des ersten Oxydationsproduktes, der Benzylnaphtalsäure. Dieser Körper löst sich in kochendem Eisessig und Benzol, in kalter konz. Schwefelsäure und in verdünnten Alkalien. Er schmilzt bei 196° C. Unter Einwirkung von Hydroxylamin bildet er das Oxim, mit Ammoniak erhitzt geht er in das Imid über. Diese Verbindung stellt also eine zweibasische Ketosäure vor.

Analyse:		Berechnet für $C_{19}H_{10}O_4$
I. 75·76% C.	II. 75·57% C.	75·49% C.
3·48% H.	3·26% H.	3·31% H.

Die Analyse und das Verhalten des Körpers beweisen, dass es ein Benzoylnaphtalsäureanhydrid ist.

Die Eigenschaften dieser Verbindung sind ziemlich mit denen der α-Benzoylnaphtalsäure, die von Graebe u. Haas durch Oxydation des α-Benzoylacenaphtens erhalten war, übereinstimmend. Es zeigt sich nur ein gewisser Unterschied in den Eigenschaften der Oximderivate dieser Körper und diese lässt uns noch nicht die Frage beantworten, ob isomere oder identische Verbindungen vorliegen.

Benzoylnaphtalsäureoxim.

$$C_6H_5C{:}N(OH).\ C_{10}H_5\begin{matrix}CO\\ \diagup\ \diagdown\\ CO\end{matrix}O$$

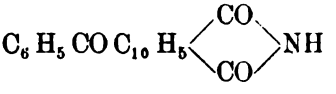
Digitized by Google

1 gr. Säure erhitzt man in alkoholischer Lösung mit 8 Mol. Natriumhydroxyd und 3 Mol. salzsauren Hydroxylamin 18—20 Stunden auf dem Wasserbade. Durch Zusatz von Salzsäure wird ein hellgelber, kristallinischer Niederschlag gefällt. Diesen kristallisiert man einige Male aus Alkohol und Eisessig, wobei man einen Körper in Form kleiner, gelber Prismen vom Schmpt. 242° C (unter Zersetzung) erhält.

Er unterscheidet sich wesentlich von dem α-Benzoylnaphtalsäureoxim, indem jener in braungelben Nadeln kristallisiert und bei 198° C schmilzt.

Analyse:	Berechnet für $C_{19}H_{11}O_4N$.
Gefunden I. 4·57% N.	4·31% N.
II. 4·27% N.	

Benzoylnaphtalsäureimid



Diesen Körper erhält man durch längeres Kochen des fein pulverisierten Benzoylnaphtalsäureanhydrids mit überschüssigem konz. Ammoniak. Er stellt einen voluminösen, weissen Niederschlag dar, der in kochendem Alkohol schwer, dagegen in kochendem Eisessig und Benzol leicht löslich ist. Derselbe kristallisiert in kleinen schwach gelblichen Nädelchen, deren Schmelzpunkt bei 252° C liegt.

Analyse:	Ber. für $C_{19}H_{11}O_3N$:
I. 75·65% C.	75·75% C.
3·93% H.	3·65% H.
II. 4·70% N.	4·65% N.

Über die Konstitution der hier beschriebenen Köper wird in der nächsten Mitteilung noch näheres angegeben. Wir möchten uns daher das Recht der weiteren Bearbeitung des hier besprochenen Themas vorbehalten.

II. Chemisches Universitätslaboratorium. Freiburg (in der Schweiz)

Digitized by Google

5. M. I. MOŚCICKI. **Badania nad wytrzymałością dyelektryków.** ***(Studien über die Durchbruchsfestigkeit der Dielektrica).*** *(Etudes sur la résistance des diélectriques).* Mémoire presénté par M. A Witkowski m. t.

Durch meine Arbeiten über die Konstruktion technischer Hochspannungskondensatoren veranlasst, habe ich eine grosse Reihe von Versuchen ausgeführt, durch welche ich mich überzeugt habe, dass die Dielektrica eine viel grössere Spannung in der Mitte der belegten Flächen aushalten als am Rande. So hielt eine Glasröhre von 0·3 mm Dicke in der Mitte bis 40.000 Volt aus, während sie am Rande schon bei 8.000 Volt durchgeschlagen wurde.

Ich stellte denn genaue Untersuchungen darüber an, in welcher Weise der Durchbruch am Rande des Belages oder im Innern von belegten Flächen bei verschiedenen Dielektricis und bei verschiedenen Dicken desselben von der angewandten Spannung abhängt und wodurch sich der Zusammenhang der beiden verschiedenen Arten der Beanspruchung erklären lässt.

Der nachstehende, experimentelle Teil der Arbeit ist gemeinsam mit Herrn Konrad Kasprowicz ausgeführt worden.

Erstens wurden Versuche angestellt zur Bestimmung der Durbruchsspanung am Rande. Als Dielektrica wurden 3 Sorten Glas (gewöhnliches Alkaliglas, alkalifreies Glas v. Schott & Genossen in Jena 477^{III} u. Borsilikat = Thermometerglas von derselben Firma Nr. 59^{III}) und Ebonit angewendet, alle in Form von Röhren, welche nach Böttgers Methode von aussen versilbert, von innen mit Quecksilber gefüllt waren. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass die Spannung im Stromkreise langsam und kontinuierlich durch einen elektrolytischen Widerstand variiert wurde. Der Stromkreis war immer nur solange geschlossen, bis die Spannung abgelesen wurde; dann wurde er unterbrochen, die Spannung erhöht, der Stromkreis geschlossen, die Spannung abgelesen u. s. w., bis der Durchbruch stattfand. Die Röhren waren während der Versuche in Isolationsöl getaucht.

Es wurden von der 1. Glassorte Röhren von 0·2 mm bis 2·7 mm Wandstärke untersucht, wobei die Durchschlagsspannung von 6·400 Volt auf 27·150 stieg. Bei der 2. Glassorte entsprachen den Grenzwandstärken von 0·2 mm und 1·24 mm Spannungen von 6·950 bis 18.750 Volt. Bei der 3. Glassorte waren die untersuchten Röhren von 0·19 mm bis 1·2 mm dick, die Spannungen stiegen von 7.540

Digitized by Google

bis 20·340 Volt. Bei den Ebonitröhren von einer Wandstärke von 0·2 mm bis 1·1 mm stieg die Durchschlagsspannung von 4·800 bis 14.600 Volt. Die Diagramme zeigen, dass die Wandstärken viel schneller wachsen als die Durchbruchsspannungen. dagegen ist zwischen der Wandstärke und dem Quadrat der Spannung Proportionalität vorhanden.

Die folgende Reihe der Versuche galt der Bestimmung der Durchbruchsspannung in der Mitte von belegten Flächen. Es handelte sich vor allem darum, Röhren herzustellen. die am Rande nicht durchgeschlagen werden sollten, bevor sie in der Mitte platzten. Das geschah nun durch entsprechende Verstärkung des Randes, wobei aber auf Feinheit des Überganges und darauf zu achten war, dass das Material, welches zur Verstärkung diente, eine nicht viel geringere Dielektrizitätskonstante haben darf als das zu verstärkende Dielektricum. Es wurden nun die Röhren zu diesen Versuchen folgendermassen bereitet. Dickwandige. an einem Ende zugeschmolzene Glasröhren wurden an einer Stelle erwärmt und durch Aufblasen und Ziehen wurde eine sphärische Erweiterung geformt, deren Wände im Vergleich zur Wanddicke der übrigen Röhre sehr dünn waren. Der Rand des Belages, welcher durch Versilbern hergestellt wurde, kam auf den dickwandigen Röhrenteil, um einen Durchschlag durch den dünnen Mittelteil zu erzielen. Bei höheren Spannungen wurden die Röhren noch mit Isolationsmasse verstärkt.

Die Ebonitröhren, welche in diesen Versuchen gebraucht wurden. wurden aus dickwandigen Ebonitröhren hergestellt, indem man den mittleren Teil der Röhre durch Ausbohren verdünnte.

Die Versuche wurden alle in der Luft ausgeführt und ergaben sowohl für Glas, welches von einer Wandstärke von 0·05 mm bis 0·55 mm Spannungen von 6·850 bis 74·960 Volt aushielt, als auch für Ebonit. welches bei Wandstärken von 0·1 mm bis 0·41 mm Spannungen von 7·864 bis 44·625 Volt aushielt, vollkommene Proportionalität zwischen Wandstärke und Durchbruchsspannung in der Mitte der belegten Flächen.

Weitere Versuche mit dem Randdurchschlagen bei Wechselströmen von hoher Frequenz — 8·000 bis 9·000 Perioden in der Sekunde — ergaben, dass die Durchschlagsspannung in diesem Falle viel niedriger ist als bei der gewöhnlichen Frequenz von 50 Perioden per Sekunde; es ist dies nur $^1/_3$—$^1/_4$ der vorigen Spannung.

Digitized by Google

Es wurden noch Spezialversuche ausgeführt mit einer Röhre mit verstärkten Rändern, auf deren Silberbelag eine Ritze gemacht wurde und die dann in Isolationsmasse getaucht wurde. Eine solche Röhre von 0·3 mm Wandstärke wurde bei einer Spannung von 8·743 Volt durchgeschlagen, und zwar an der Ritze. Eine ebensolche Röhre ohne Ritze wurde erst bei 24.270 Volt in der Mitte durchgeschlagen. Endlich wurde eine nicht versilberte Röhre, auf die ein Tropfen Isoliermasse auf die sphärische Erweiterung aufgegossen war, in einen Elektrolyten als äusseren Belag eingetaucht. Eine Spannung von 7.000 Volt durchbrach die Röhre am Rande des aufgetropften Fleckes, wo das Glas 0·25 mm dick war.

Die Versuchsergebnisse lassen sich in folgenden Hauptpunkten zusammenfassen:

1. Das Experiment beweist, dass es zwei unter sich völlig verschiedene Arten von Durchbruch gibt: Durchbruch am Rande einer Belegung und Durchbruch im Innern von belegten Flächen.

Es ist möglich diese beide Arten von Durchbruch getrennt und unabhängig von einander zu studieren.

2. Es ist für Glas und Ebonit experimentell bewiesen, dass der Durchbruch am Rande der Belegung bei viel niedrigerer Spannung stattfindet als bei gleicher Dicke des Dielektricums im Innern der belegten Flächen, sofern nicht Nebenumstände, wie z. B. Oberflächenleitung des Dielektricums die Belegung über den beabsichtigten Rand desselben erweitern. Als Beispiele der grossen Unterschiede in der Durchbruchsspannung beider Arten mögen angegeben werden, dass

Glas von	0·5 mm	Dicke	am Rande	mit	11.700	Volt	durchbrochen wurde
„ „	0·5 mm	„	in der Mitte	„	67.100	„	„ „
Ebonit v.	0·5 mm	„	am Rande	„	9.640	„	„ „
„ v.	0.41 mm	„	in der Mitte	„	44.600	„	„ „

3. Aus den Daten der Durchbruchsresultate im Innern von Belegen in Glas und Ebonit erkennt man eine genaue Proportionalität zwischen Dicke des Dielektricums und der Durchbruchsspannung.

4. Beim Durchbruch am Rande findet eine Proportionalität zwischen der Dicke des Dielektricums und dem Quadrate der betreffenden Durchbruchsspannung statt.

5. Die zum Durchbruch nötige Spannung ist bedeutend niedriger bei hoher Frequenz.

Digitized by Google

Die angegebenen Ergebnisse lassen sich dahin erklären, dass in dem veränderlichen Felde, welches unter der Einwirkung von Wechselstrom im Dielektricum sich bildet, die Kraftlinien sich gegen den Rand zu verdichten und deshalb doch den Durchbruch erleichtern. Man kann den Durchbruch am Rande vermeiden durch Verdickung des Randes, wobei aber jede scharfe Kante zu vermeiden ist, was durch einen möglichst feinen Übergang erreicht wird. Je dicker das zu Grunde liegende Dielektricum in der Übergangsstelle ist und je kleiner das Verhältnis der Dielektrizitätskonstante des Dielektricum, welches verstärkt werden soll, zu der des zur Verstärkung benutzten ist, desto besser wird den Anforderungen eines „feinen Überganges" entsprochen.

Aus dem 3. Punkte der Ergebnisse sieht man, dass man den Festigkeitskoëffizienten eines Dielektricums genau bestimmen kann, denn er wird nur von der Frequenz des Ladestromes und der Form der Spannungskurve abhängen. Für gewöhnliches Glas haben wir bei Wechselströmen von 50 P. p. Sek. und einer sinusoidalen Welle gefunden, dass der Durchbruch bei einem Potentialgefälle von annähernd $130\ 10^4 \frac{V}{cm}$ stattfindet.

Dass die Dicke des Dielektricums schneller wächst als die zum Durchbruch am Rande nötige Spannung, erklärt sich dadurch, dass wir am Rande kein homogenes Feld haben, die Kraftlinien bezügl. Niveauflächen daselbst nicht parallel verlaufen; die Niveauflächen werden vielmehr zur Kante hin, welche der Rand des Belages bildet, zusammengedrängt; und so wächst auch das Potentialgefälle in den der Kante des Belages zunächst gelegenen Teilen des Dielektricums.

Aus Punkt 5 ersehen wir endlich, dass der Durchbruch nicht nur durch die Grösse des Potentialgefälles bedingt ist, sondern auch durch die Geschwindigkeit, mit welcher die dielektrische Verschiebung stattfindet.

Ausgeführt im physikalischen Laboratorium der Universität in Freiburg i. d. Schweiz.

Digitized by Google

6, M. M. I. MOŚCICKI et M. ALTENBERG. **O zatratach dyelektrycznych w kondenzatorach pod wpływem działania prądów zmiennych.** *(Über dielektrische Verluste in Kondensatoren unter der Einwirkung von Wechselströmen). (Sur les pertes diélectriques dans les condensateurs soumis à l'action des courants alternatifs).* Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t

In dieser Arbeit wird eine neue Messmethode beschrieben, die zur Ermittlung der Verluste in Kondensatoren dient. Die Methode zeichnet sich durch grosse Genauigkeit, durch Anwendbarkeit hoher Potentialgefälle und durch Vermeidung komplizierender Nebenwirkungen wie z. B. Oberflächenleitung aus. Diese Vorzüge konnten durch Anwendung einer Spezialform des Kondensatorelementes erreicht werden.

Der Kondensator, der zu den Versuchen angewendet wurde, bestand aus einer breiteren dünnwandigen Glasröhre als Dielektricum, an welche am oberen Ende eine schmälere, aber dickwandige Röhre angeschmolzen war. Der äussere Belag, der durch Versilberung nach Böttgerscher Methode hergestellt war, erstreckte sich bis auf die dicke Röhre. Es hatte das zum Ziel, die Durchbruchsfestigkeit des Dielektricums am Rande zu verstärken [1]). Als innerer Belag wurde Quecksilber verwendet. Der äussere Belag hatte zwei Stromabnahmen, eine oben und eine unten, die aus Kupferblechbändern mit angelöteten Kupferdrähten bestanden; nach innen wurde der Strom durch einen in Quecksilber eingetauchten Kupferdraht zugeführt. Vergl. Fig. 1. Die Versuche wurden an 3 Kondensatoren, deren Wände 0·29, 0·32 bezw. 0·48 mm dick waren, angestellt.

Die Messmethode beruhte auf der Temperaturmessung der Erwärmung, welche nach einer gewissen Zeit (3 bis 5 Minuten) des Durchganges eines Wechselstroms durch den Kondensator an einem im Quecksilber angebrachten Thermometer abgelesen wurde. Um nun auch genau zu wissen, was für Energie einer gewissen Wärmezunahme entspricht, wurde der Kondensator mit Gleichstrom in dieser Richtung hin kalibriert. Es wurde durch den äusseren Belag des Kondensators als Ohmschen Widerstand ein Gleichstrom von

[1]) Vergl. Mościcki, Studien über Durchbruchsfestigkeit der Dielektrica (Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1904, p. 42).

Digitized by Google

bekannter Stromstärke und Spannungsabfall durchgelassen (dazu dienten die 2 äusseren Stromabnahmen) und wieder nach 3 bis 5 Minuten die Temperaturerhöhung abgelesen. Die 2 Messungen geben bis auf minimale Unterschiede eine gleiche Temperaturerhöhung; und so konnte man auch die Energie genau feststellen, welche den Gesamtverlusten im Kondensator entspricht.

Die Ergebnisse, die wir mit den 3 geprüften Kondensatoren erhielten. indem wir sie der Wirkung von Wechselströmen mit 50 Perioden in der Sek. bei verschiedenen Spannungen (2.000—11.000 Volt) aussetzten. waren derart, dass die prozentuellen Verluste bei steigender Spannung selbst grösser wurden und dass bei derselben Spannung die prozentuellen Verluste um so kleiner waren, je dicker das Glas des Kondensators war. also zeigte die grössten Verluste der 1. Kondensator, die kleinsten der 3.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die Frequenz in Grenzen von 2.000 bis 9.000 Perioden in der Sekunde verändert und auch hier zeigte sich ein Ansteigen der prozentuellen Verluste mit der Frequenz und bei konstanter Frequenz eine Verminderung der Verluste mit wachsender Wanddicke.

Durch Anwendung von Gleichstrom einer Wimshurst'schen Influenzmaschine konnte man die Verluste feststellen. welche von der Leitung des Dielektricums herrühren; es zeigte sich. dass nur etwa 2% der Verluste auf die Leitung zurückzuführen sind. Die Hauptquelle der Verluste im Glase ist vielmehr in den Deformationen, denen das Innere des Dielektricums bei veränderlichem Felde unterworfen ist, zu erkennen. Da die Verluste auch von der Frequenz abhängen, so hat die Geschwindigkeit, mit welcher die dielektrischen Verschiebungen im Felde stattfinden, auch einen Einfluss auf die Grösse der Verluste.

Aus den Versuchen ersieht man. dass die Gesamtverluste in einem Glase, welches zu Probierröhren gebraucht wird, als Dielektricum angewendet bei Wechselstrom von 50 Perioden in der Sekunde und einem Potentialgefälle $\frac{V}{\delta} = 250.000$ (wo V die Spannung in Volt und δ die Glasdicke in cm vorstellt) kleiner sind als 1% der scheinbaren durch den Kondensator durchgeführten Energie.

Zur Erleichterung der Erklärung der Ergebnisse wenden wir die bekannte geometrische Vorstellungsweise an. Wir zerlegen das

Digitized by Google

homogene Feld durch parallele Kraftlinien und Niveauflächen in Zellen gleicher Energie. Die prozentuellen Verluste in den Dielektrica bei veränderlichem Felde kann man sich als proportional den Energieverlusten in einer Zelle vorstellen. Die Grösse solcher Zelle hängt von dem Potentialgefälle $\frac{V}{\delta}$ ab, es wird bei wachsendem $\frac{V}{\delta}$ jede Zelle für dieselbe im Felde enthaltene Energie ihren Kubikinhalt verkleinern, bei abnehmendem $\frac{V}{\delta}$ umgekehrt vergrössern. Die Versuche haben gezeigt, dass bei wachsendem $\frac{V}{\delta}$ die prozentuellen Verluste sich vergrössern; man kann das auch so ausdrücken, dass bei abnehmendem Kubikinhalt einer Zelle für dieselbe Energie die Verluste in dieser Zelle zunehmen.

Wenn man nun V und δ beide in demselben Verhältnisse so ändert, dass die Grösse $\frac{V}{\delta}$ konstant bleibt, so wird die Grösse einer Zelle für dieselbe Energie unverändert bleiben. Das hiesse aber nichts anderes, als dass bei konstantem $\frac{V}{\delta}$ die prozentuellen Verluste auch konstant sind. Die Versuchsergebnisse bestätigen diesen Schluss nicht vollkommen, was einerseits der ungenauen Messung der mittleren Dicke δ zuzuschreiben ist, andererseits aber den Differenzen in den Fabrikationsbedingungen des Glases, das bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene physikalische Eigenschaften haben kann.

Zum Schlusse sei auf Grund unserer Versuchsergebnisse eine allgemeine Formel aufgestellt, welche zur Berechnung der prozentuellen Verluste in den Kondensatoren dienen könnte. Es wären die prozentuellen Verluste 100 cos φ

$$100 \cos \varphi = k \left(\frac{V}{\delta}\right)^{\alpha} f^{\beta}, \tag{1}$$

wo k ein Proportionalitätsfaktor, f die Frequenz, $\frac{V}{\delta}$ das Potentialgefälle bedeutet, α u. β sind Exponenten, von denen man nicht

Digitized by Google

sagen kann, ob sie bei variablem $\frac{V}{\delta}$ konstant bleiben; so viel haben die Versuche festgestellt, dass sowohl $0 < \alpha < 1$ als auch $0 < \beta < 1$ [1]).

Um eine Formel für die Gesamtverluste in den Kondensatoren

$$W = 2\pi f V^2 C \cos\varphi \tag{2}$$

aufzustellen, genügt es in (2) folgende Substitutionen zu machen:

$$C = \frac{k_1 S}{4\pi\delta}$$

(Formel der Kapazität eines Kondensators von einer Fläche S und Dicke δ, dessen Dielektricum die Dielektrizitätskonstante k hat) Ferner von (1)

$$\cos\varphi = \frac{k}{100}\left(\frac{V}{\delta}\right)^{\alpha} f^{\beta}.$$

Das in (2) eingesetzt, gibt

$$W = K\delta\left(\frac{V}{\delta}\right)^{2+\alpha} f^{1+\beta} \tag{3}$$

wo $K = \frac{k_1 k S}{200}$, $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ ganz dieselben Werte, wie oben.

Diese Formel ist ein wenig von der von Steinmetz aufgestellten verschieden. Steinmetz findet [2]).

$$W = K.\ V^2.f \tag{4}$$

woraus folgt, dass die prozentuellen Verluste für ein und dasselbe Dielektricum konstant bleiben müssten ohne Rücksicht auf Veränderungen im Potential und der Frequenz. Unsere Versuche haben aber dank einer genaueren Messmethode wenigstens für Glas erwiesen, dass die prozentuellen Verluste sowohl bei wachsendem Potentialgefälle als auch bei wachsender Frequenz selbst wachsen.

[1]) Die genaue Feststellung der Grössen α, β, k wie auch die Bestätigung der ausgesprochenen Hypothese über die Konstanz der prozentuellen Verluste bei konstantem $\frac{V}{\delta}$ bildet das Thema einer neuen Arbeit. die schon im Gange ist.

[2]) Steinmetz, Theorie u. Berechnung der Wechselstromerscheinungen (deutsche Übers.) S. 161.

Ausgeführt im physikalischen Laboratorium der Universität in Freiburg i. d. Schweiz.

Digitized by Google

7. M. CONSTANTIN ZAKRZEWSKI. **O położeniu osi optycznych w cieczach odkształcanych.** *(Sur la position des axes optiques dans les liquides déformés).* Mémoire présente par M. A. Witkowski m. t.

La théorie développée par M. Lad. Natanson dans son mémoire[1]) intitulé: „Sur une particularité de la double réfraction accidentelle dans les liquides, pouvant servir à la détermination de leur temps de relaxation" permet de déterminer la position des axes optiques dans les liquides déformés. Dans le cas d'un liquide placé entre deux parois cylindriques concentriques et déformé par la rotation uniforme des cylindres, les maxima d'obscurité observables entre deux nicols croisés doivent, d'après cette théorie, coïncider avec les points, définis par l'équation suivante:

$$\text{(1)} \qquad \operatorname{cotg} 2\chi = \pm T\left[\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right]$$

où χ représente l'angle (compté dans le sens opposé à celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre) que fait le rayon r mené par le point considéré du liquide et la section principale de l'analyseur; q — la vitesse de la particule liquide considérée et T la durée du temps de relaxation qui est une constante caractéristique du liquide. Dans l'équation 1) il faut prendre le signe $+$ si la rotation s'effectue dans le sens contraire à celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre et le signe — dans le cas opposé. Pour déterminer la valeur du terme $\left[\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right]$, il suffit en première approximation de s'appuyer sur la théorie classique de la viscosité qui donne:

$$\text{(2)} \qquad \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} = -\frac{2\,a^2 b^2\,[\sigma_a - \sigma_b]}{r^2\,(b^2 - a^2)},$$

où a et b représentent les rayons des cylindres et σ_a, σ_b leurs vitesses angulaires. Dans le cas où le cylindre intérieur seul exécute un mouvement de rotation, les équations 1) et 2) donnent:

$$\text{(3)} \qquad \operatorname{cotg} 2\chi = \mp \frac{2\,T\,a^2 b^2\,\sigma_a}{r^2\,[b^2 - a^2]}$$

Lorsque la distance entre les cylindres est petite par rapport à leurs rayons, le second membre de cette équation possède pour tous les

[1]) Bulletin Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie pour 1904, p. 1.

Digitized by Google

points sur un même rayon approximativement la même valeur Nous apercevons alors dans le champ de la vision une croix noire, formant avec les sections principales des nicols un angle qui diffère en général de 45°.

Les expériences effectuées par Kundt[1]) confirment dans une certaine mesure les résultats de cette théorie. Kundt a observé en effet la croix noire à laquelle il a été fait allusion, dans tous les liquides biréfringents; il a trouvé au surplus que l'angle formé par cette croix avec les sections principales des nicols différait de 45° dans le cas du collodion, de la gomme arabique et des solutions de la gélatine; dans d'autres liquides, il était égal à 45°. Kundt n'a pas donné de données numériques suffisantes pour vérifier le degré d'exactitude de l'équation 3) et pour calculer, au moyen de cette équation, la durée du temps de relaxation; il ne s'était pas non plus posé la question de savoir si la position de la croix dépend, oui ou non, de la vitesse de rotation du cylindre. La répétition de ces expériences était donc nécessaire.

J'ai apporté certaines modifications à la méthode de Kundt, dans le but de faciliter les observations. Au lieu d'observer tout

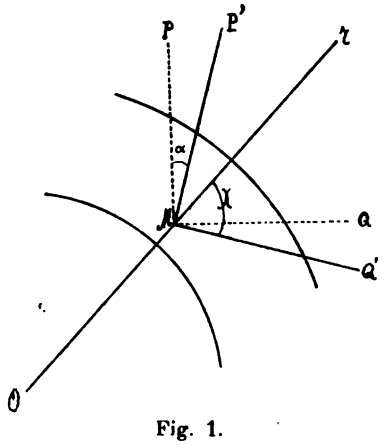


Fig. 1.

l'espace compris entre les cylindres, j'ai limité le champ de vision à une petite partie de cet espace et j'ai recherché dans cette partie la position des axes optiques. La méthode dont j'ai fait usage est représentée d'une façon schématique dans la figure 1. Considé-

[1]) Wied. Annalen, Bd. XIII, page 110, 1881.

Digitized by Google

rons le point M entre les deux cylindres et fixons de quelque manière que ce soit les directions MP, MQ formant un angle de 45° avec le rayon r. D'après la théorie précédente, les axes optiques du liquide MP', MQ' doivent être situés comme l'indique la figure, si le sens de la rotation du cylindre intérieur est contraire à celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre.

Nous aménagions l'expérience de manière qu'il fût possible de tourner les deux nicols croisés autour d'un axe mené par le centre du champ de vision. Au commencement de l'expérience, lorsque le liquide est encore en repos, nous plaçons les sections principales des nicols parallèlement aux directions MP, MQ. Le champ de vision, noir au commencement, s'éclaircit par suite de la rotation du liquide. En tournant les nicols, dans le sens contraire à celui du mouvement, d'un angle plus petit que 45°, on peut rétablir l'obscurité du champ de vision. Soit α cet angle PMP'. L'angle α mesure la déviation des axes optiques de la position MP, MQ, c'est-à-dire de la position qui fait un angle de 45° avec le rayon r La connaissance de l'angle α suffit pour calculer l'angle χ dans l'équation 3). Dans la méthode de Kundt le point M est un maximum d'obscurité lorsque les sections des nicols immobiles sont parallèles aux directions MP', MQ'. Nous avons donc:

$$\chi = 45 + \alpha$$

$$\text{(4)} \qquad \operatorname{cotg} 2\chi = -\operatorname{tg} 2\alpha$$

On peut rendre cette méthode plus sensible par l'interposition entre les deux nicols d'une lame de quartz double (de Bravais) solidaire avec les nicols et formant avec leurs sections principales un angle de 45°. La lame exécute évidemment les mêmes rotations que les nicols. Dans la position dans laquelle les sections principales des nicols sont parallèles aux axes optiques du liquide, la couleur de la lame est uniforme. Dans chaque position différente, elle présente deux teintes différentes. Lorsqu'on opère avec la lumière blanche et lorsque le liquide est incolore, la teinte de passage de la lame est violette. On peut alors déterminer la position des axes optiques du liquide avec une exactitude d'un degré environ. Dans le cas des liquides colorés, l'exactitude n'est pas aussi grande. D'ailleurs l'introduction de la lame ne modifie nullement la signification de l'angle α.

L'appareil que nous avons construit pour faire ces observations

Digitized by Google

ressemble au modèle décrit par M. Umlauf[1]). Deux cylindres concentriques en laiton oxydé (*A*, *B*. fig. 2) ont une position verticale. Le cylindre intérieur *A* est massif; il peut être mis en rotation autour des axes *a*, *b*; le cylindre extérieur *B* est immobile. L'axe *a* est invariablement attaché à l'aide de vis à un échaffaudage solide, l'autre *b* passe par la base *F*, par le fond d'un cylindre *C*

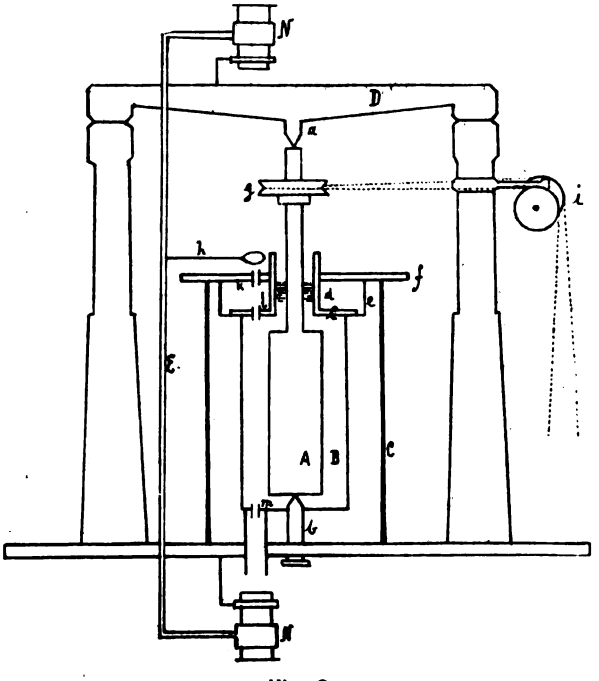


Fig. 2.

qui renferme de l'eau à température constante et par le fond d'un cylindre *B*. Ce dernier est élargi en *e*; on peut y placer le couvercle *c*, muni d'un tuyau *d*. Dans ce couvercle se trouve la petite fenêtre *l* qu'on peut fermer avec une vitre de verre. Une fenêtre pareille est placée vis-à-vis de la première, dans le fond du cylindre extérieur. Par ces fenêtres, on peut voir l'espace entre les cylindres presque tout entier. Les deux nicols *N* sont fixés vis-à-vis des fenêtres. On peut les faire tourner tous les deux autour de l'axe du champ de vision à l'aide de la liaison rigide *E*. On

[1]) Wied. Annalen, Bd. XLV, p. 306. 1892.

Digitized by Google

peut aussi tourner chaque nicol à part autour du même axe. La dernière rotation sert à croiser les nicols et la première à placer leurs sections principales parallèlement aux axes cherchés du liquide; l'angle de cette rotation peut être mesuré sur une échelle angulaire fixée à *D*. La lame de Bravais est placée sur le support *h*, fixé à la liaison *E*. Nous remplissons le cylindre *B* du liquide examiné de manière que son niveau monte jusqu'à la moitié du tube *d*. Grâce à cet arrangement, nous évitons une courbure du niveau du liquide, produite par la capillarité et par la force centrifuge.

La rotation du cylindre intérieur est produite par un moteur électrique de 2 chevaux. La transmission passe par les disques *g*, *i*. Un compteur automatique du nombre des tours est placé sur l'axe du moteur. La connaissance des diamètres des disques de transmission permet de calculer le nombre des tours du cylindre. La direction d'un rayon qui passe par le centre du champ de vision ainsi que les deux directions qui font un angle de 45° avec le rayon sont marquées sur le couvercle extérieur et sur la fenêtre *l*. Nous pouvons mettre les sections principales des nicols parallèlement aux directions *MP*, *MQ* à l'aide d'une lame de gypse dont la position des axes est connue. Ceci fait, nous plaçons la lame de Bravais dans la position dans laquelle sa couleur est partout uniforme et nous mettons le liquide en mouvement.

Parmi les liquides examinés jusqu'à présent (collodion du commerce, huile d'olive, huile de paraffine et huile de lin) c'est seulement le collodion qui donne une valeur de l'angle α très différente de zéro. C'est-à-dire: dans la position primitive des nicols la lame de Bravais devient très distinctement bicolorée. L'angle α qui mesure la rotation des nicols nécessaire pour rétablir l'uniformité de la coloration, dépend de la vitesse de la rotation. En désignant par n le nombre de tours du cylindre intérieur par seconde, on a obtenu les résultats suivants:

n	α	$\left(\frac{tg\, 2\alpha}{n}\right)$
23·9	28·5°	0·064
36·5	32	0·056
70·3	38·5	0·062

pour la température 20·6° C.

Digitized by Google

D'après les équations 3) et 4) le rapport $\left(\frac{tg\,2\,\alpha}{n}\right)$ doit être constant; c'est ce qui se vérifie suffisamment, ainsi que l'indique la troisième colonne du tableau. Les petites différences entre les différentes valeurs résultent probablement de ce que la température n'était pas suffisamment constante et la vitesse de rotation pas assez uniforme.

La valeur de l'angle α dépend de la concentration du collodion. En le diluant par l'addition d'un mélange d'alcool et d'éther nous avons obtenu une solution qui donne une valeur de l'angle α égale à 29° lorsque le cylindre intérieur tournait à raison de 70 tours par seconde.

Il m'était impossible de trouver entre l'angle α et zéro une différence appréciable pour les trois autres liquides examinés, même en faisant tourner le cylindre avec une vitesse de 150 tours par seconde. On peut donc supposer que, si cette différence existe, elle ne surpasse pas la limite de 2°, la sensibilité de l'appareil n'étant guère plus grande dans le cas des liquides colorés. La teinte de passage de la lame de Bravais cesse alors d'être violette et change sa couleur d'après celle du liquide.

L'équation 3) nous donne évidemment le moyen d'évaluer la durée du temps de relaxation T. Nous avons

$$\sigma_a = 2\,\pi\,n\,;$$

d'autre part, dans notre appareil, les deux rayons avaient les valeurs numériques suivantes

$$a = 2{\cdot}06 \text{ cm.}$$

$$b = 2{\cdot}65 \text{ cm.},$$

par conséquent nous trouvons pour le collodion à la température de 20·6 C. la valeur suivante

$$T = 0{\cdot}002 \text{ sec.}$$

En admettant que pour les trois autres liquides on ait $\alpha < 2^0$, nous obtenons pour ces liquides la limite supérieure que voici:

$$T < 0{\cdot}00001 \text{ sec}\,;$$

la valeur de T est probablement beaucoup moindre que cette limite.

Après avoir effectué les expériences décrites dans cette commu-

Digitized by Google

nication, j'ai été obligé d'interrompre ce travail, mais j'espère pouvoir bientôt le reprendre.

Je dois, en terminant, exprimer ma profonde reconnaissance à M. le professeur Witkowski pour avoir mis à ma disposition les ressources de son laboratoire.

Laboratoire de physique de l'Université de Cracovie.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

8 Lutego 1904.

Digitized by Google

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to. vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, n 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Bernardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medekszа commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Digitized by Google

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674–1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525–1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XI (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507–1795 ed. Piekosiński. 40 k Vol. X, Landa conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI Acta Stephani Regis 1576–1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais)* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507–1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374–1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405–1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647–1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

Digitized by Google

S-GS-G

MAY 12 1904

12,229

N° 2. FÉVRIER 1904.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1904.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1872 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Mebre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

MAY 12 1904

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 2. **Février** **1904.**

Sommaire: 8. M. M. LERCH. Sur quelques applications d'un théorème arithmétique de Jacobi.
9. M. K. KOSTANECKI. Etude cytologique de la parthénogénèse artificielle des oeufs de Mactra sous l'influence de KCl.
10. M. F. TONDERA. Sur la structure intérieure des sarments de Vigne.
11. M. S. ZAREMBA. Réponse aux remarques de M. Natanson sur la théorie de la relaxation.
12. M. LADISLAS NATANSON. Remarques sur les travaux de M. Zaremba relatifs à la théorie de la double réfraction accidentelle dans les liquides.

Séance du lundi 1 Février 1904.

PRÉSIDENCE DE M. E. GODLEWSKI.

8. M. M. LERCH. **Sur quelques applications d'un théorème arithmétique de Jacobi.** Mémoire présenté par M. S. Zaremba m. c.

Soit p un nombre premier impair, g une des racines primitives correspondantes, puis n un entier positif plus petit que $p-1$, et désignons par α un entier positif ou négatif qui satisfait à la congruence

$$\alpha \equiv g^{p-1-n} \pmod{p},$$

qu'on peut mettre sous la forme fractionnaire plus simple

$$\alpha \equiv \frac{1}{g^n} \pmod{p}. \tag{1}$$

En indiquant suivant l'usage par ind ν l'entier μ qui satisfait à la congruence

$$g^\mu \equiv \nu \pmod{p}, \quad (0 < \nu < p),$$

avec la condition accessoire $0 \leqq \mu < p-1$, considérons la fonction entière de l'indéterminée x

$$F'_n(x) = \sum_{\nu=1}^{p-1} \alpha^{\text{ind } \nu} x^\nu. \tag{2}$$

Digitized by Google

Dans un célèbre mémoire [1]) Jacobi met ce polynôme en relation avec la fonction Y_n, somme des termes en y^n, $y^{n+1}, \ldots y^{p-1}$ dans le développement de Maclaurin correspondant à la fonction transcendante

$$\{\log(1+y)\}^n,$$

de sorte que la différence des deux expressions soit une série entière de la forme

$$(3) \qquad \{\log(1+y)\}^n - Y_n = a_p y^p + a_{p+1} y^{p+1} + a^{p+2} y^{p+2} + \ldots$$

La relation en question consiste en la congruence arithmétique

$$(4) \qquad F_n(1+y) \equiv -\frac{1}{n!} Y_n \pmod{p}.$$

L'importance de la féconde découverte du grand géomètre ressortira en considérant le cas particulier de $n = m$, où l'on fait

$$\frac{p-1}{2} = m\,;$$

le résultat de Jacobi devient, dans le cas considéré,

$$(5) \qquad Q(x) \equiv -\frac{1}{m!} Y_m(x-1) \pmod{p},$$

où $Q(x)$ désigne le polynôme intéressant

$$(6) \qquad Q(x) = \sum_{\nu=1}^{p-1} \left(\frac{\nu}{p}\right) x^\nu.$$

Les coefficients de ce polynôme étant 1 ou -1, la congruence (5) le détermine sans ambiguité dès qu'on possède l'expression du polynôme $Y_m(x-1)$.

Dans ce qui suit, je vais démontrer la congruence de Jacobi (4), et j'y ajoute quelques conséquences du théorème (5).

1. La congruence (1) donne immédiatement

$$a^{\operatorname{ind}\nu} \equiv \frac{1}{g^{n \operatorname{ind}\nu}} \equiv \frac{1}{\nu^n} \pmod{p},$$

ce qui permet de remplacer la fonction $F'_n(x)$ par la suivante

$$(2^*) \qquad \Phi_n(x) = \sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{x^\nu}{\nu^n},$$

[1]) Ueber die Kreistheilung und ihre Anwendung auf die Zahlentheorie (Journal de Crelle, T. 30, 1837; Werke, T. 6, p. 254).

Digitized by Google

car on a en effet

$$F_n(x) \equiv \Phi_n(x) \pmod{p}.$$

Cela étant, considérons la fonction

$$\Phi_n(1+y) = \sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{(1+y)^\nu}{\nu^n};$$

en remplaçant les puissances $(1+y)^\nu$ par leurs développements par la formule du binôme, il vient

$$\Phi_n(1+y) = \sum_{k=0}^{p-1} y^k \sum_{\nu=1}^{p-1} \binom{\nu}{k} \frac{1}{\nu^n}, \tag{7}$$

et nous allons réduire, suivant le module p, les coefficients des différentes puissances de l'indéterminée y. On n'a qu'à observer que l'on a

$$\sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{1}{\nu^{\pm s}} \equiv 0 \pmod{p},$$

si $0 < s > p-1$. mais que le second membre doit être remplacé par -1, si $s = 0$.

Par conséquent, les termes

$$\sum_{\nu=1}^{p-1} \binom{\nu}{k} \frac{1}{\nu^n} \quad (k = 0, 1, \ldots n-1)$$

peuvent être supprimés, et il ne restent que ceux où $k \geqq n$.

Pour en déterminer les restes suivant le module p, considérons le développement

$$\binom{\nu}{k} = A_1^{(k)} \nu + A_2^{(k)} \nu^2 + \ldots + A_n^{(k)} \nu^n + \ldots + A_k^{(k)} \nu^k,$$

les coefficients étant des fractions indépendantes de ν et dont le dénominateur commun est la factorielle $k!$ En substituant cette expression, il vient

$$\sum_{\nu=1}^{p-1} \binom{\nu}{k} \frac{1}{\nu^n} = A_1^{(k)} \sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{1}{\nu^{n-1}} + A_2^{(k)} \sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{1}{\nu^{n-2}} + \ldots + A_{n-1}^{(k)} \sum_{\nu=1}^{p-1} \frac{1}{\nu} +$$

$$+ A_n^{(k)}(p-1) + A_{n+1}^{(k)} \sum_{\nu=1}^{p-1} \nu + A_{m+2}^{(k)} \sum_{\nu=1}^{p-1} \nu^2 + \ldots;$$

Digitized by Google

dans le second membre toutes les sommations indiquées donnent des multiples de p, et il ne reste que le terme $A_n^{(k)}$ $(p-1)$ ou bien

$$\sum_{\nu=1}^{p-1} \binom{\nu}{k} \frac{1}{\nu^n} \equiv -A_n^{(k)} \pmod{p}.$$

Cela étant, la formule (7) permet de conclure

$$\Phi_n(1+y) \equiv -\sum_{k=n}^{p-1} A_n^{(k)} y^k \pmod{p}, \tag{8}$$

et il ne s'agit que du polynôme qui constitue le deuxième membre.

D'après la définition des nombres $A_n^{(k)}$, la somme

$$S = -\sum_{k=n}^{p-1} A_n^{(k)} y^k \tag{8}$$

est le coefficient de x^n dans le développement suivant les puissances de x de la fonction

$$\varphi(x) = -\sum_{k=0}^{p-1} \binom{x}{k} y^k, \tag{9}$$

en d'autres termes

$$S = \frac{1}{n!} \varphi^{(n)}(0). \tag{10}$$

Ce point établi, la formule du binôme donne

$$(1+y)^x + \varphi(x) = \sum_{\mu=0}^{\infty} \binom{x}{p+\mu} y^{p+\mu}$$

pourvu que l'on ait $|y| < 1$. La convergence étant uniforme dans les séries qui résultent par différentiations successives, on en tire en prenant les dérivées d'ordre n par rapport à x et faisant $x=0$ dans le résultat,

$$\left\{\log(1+y)\right\}^n + \varphi^{(n)}(0) = \sum_{\mu=0}^{\infty} a_{p+\mu} y^{p+\mu},$$

la signification des coefficients $a_{p+\mu}$ étant évidente.

D'après la définition du polynôme $Y_n(y)$ on en conclut

$$Y_n(y) = -\varphi^{(n)}(0) = -n!\, S,$$

et la congruence (8) devient

$$\Phi_n(1+y) \equiv -\frac{1}{n!} Y_n(y) \pmod{p} \tag{11}$$

Digitized by Google

et il en résulte immédiatement la congruence de Jacobi (4).

2. Dans le cas particulier de $n = m = \frac{p-1}{2}$, la congruence d'Euler

$$\nu^m \equiv \left(\frac{\nu}{p}\right) \pmod{p},$$

où le second membre est le symbole de Legendre habituel, fait voir que la fonction $F_m(x)$ ou devient

$$Q(x) = \sum_{\nu=1}^{p-1} \left(\frac{\nu}{p}\right) x^\nu,$$

d'où la congruence (5).

Nous en allons tirer une forme congrue suivant le module p du polynome

$$P_1(x) = -m! \sum_{\nu=m+1}^{2m} \left(\frac{\nu}{p}\right) x^\nu, \tag{12}$$

somme des m derniers termes du polynôme $-m!\,Q(x)$.

Soit à cet effet

$$Y_m(y) = c_m y^m + c_{m+1} y^{m+1} + c_{m+2} y^{m+2} + \ldots + c_{2m} y^{2m},$$

remplaçons y par $x-1$, et après avoir développé tous les termes du second membre suivant les puissances de x, rejetons tous les termes contenant des puissances inférieures à x^{m+1}. Le polynôme qui reste devra être congru, suivant le module p, à l'expression $P_1(x)$, comme cela résulte immédiatement de la congruence (5). On aura donc pour le module p

$$\left.\begin{aligned}
P_1(x) \equiv\ & c_{m+1} x^{m+1} + c_{m+2}\left[x^{m+2} - \binom{m+2}{1} x^{m+1}\right] \\
& + c_{m+3}\left[x^{m+3} - \binom{m+3}{1} x^{m+2} + \binom{m+3}{2} x^{m+1}\right] \\
& + c_{m+4}\left[x^{m+4} - \binom{m+4}{1} x^{m+3} + \binom{m+4}{2} x^{m+2} - \right. \\
& \qquad\qquad \left. - \binom{m+4}{3} x^{m+1}\right] \\
& + \ldots\ldots \\
& + c_{2m}\left[x^{2m} - \binom{2m}{1} x^{2m-1} + \binom{2m}{1} x^{2m-2} + \ldots \pm \right. \\
& \qquad\qquad \left. + \binom{2m}{m-1} x^{m+1}\right].
\end{aligned}\right\} \tag{13}$$

Digitized by Google

Cela étant, soit $p > 3$ et de la forme $4k+3$, et désignons suivant l'habitude par h le nombre des classes de formes quadratiques, positives et proprement primitives, du déterminant $-p$, c'est-à-dire des formes $(a, 2b, c) = ax^2 + 2bxy + cy^2$, telles que $b^2 - ac = -p$. Si l'on considère les formes telles que

$$a_1x^2 + b_1xy + c_1y^2,$$

l'expression $b_1^2 - 4a_1c_1$ est dite le discriminant, et celui-ci étant posé égal à $-p$, le nombre des classes correspondantes sera désigné par $Cl(-p)$. Les deux nombres h et $Cl(-p)$ sont en relation suivante

$$h = \left(2 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) Cl(-p),$$

qui résulte de la circonstance évidente que

$$h = Cl(-4p).$$

Ces remarques faites, on doit à Dirichlet ce résultat classique et bien connu

$$h = \sum_{\nu=1}^{m} \left(\frac{\nu}{p}\right),$$

le nombre premier p ayant la forme $4k+3$, et $m = \frac{p-1}{2}$, et cette formule permet d'évaluer la quantité $P_1(1)$ suivant le module p.

On a en effet, d'après (12),

$$\frac{1}{m!} P_1(1) = -\sum_{\nu=m+1}^{2m} \left(\frac{\nu}{p}\right),$$

et si l'on y fait $\nu = p - \mu$, en observant que pour les modules de la forme $4k+3$

$$\left(\frac{p-\mu}{p}\right) = -\left(\frac{\mu}{p}\right),$$

il vient

$$\frac{1}{m!} P_1(1) = \sum_{\mu=1}^{m} \left(\frac{\mu}{p}\right) = h,$$

ou bien

$$P_1(1) = m!\, h.$$

On aura donc une expression du nombre h, si l'on fait $x = 1$

Digitized by Google

dans la congruence (13); le second membre se simplifie en observant que l'on a

$$1-\binom{m+\varrho}{1}+\binom{m+\varrho}{2}-\binom{m+\varrho}{3}+\ldots+(-1)^{\varrho-1}\binom{m+\varrho}{\varrho-1}$$
$$=(-1)^{\varrho-1}\binom{m+\varrho-1}{\varrho-1},$$

et il vient

$$m!\,h \equiv c_{m+1}-\binom{m+1}{1}c_{m+2}+\binom{m+2}{2}c_{m+3}-\binom{m+3}{3}c_{m+4}$$
$$+\ldots+(-1)^{m-1}\binom{2m-1}{m-1}c_{2m} \pmod{p}.$$

On doit ensuite à Jacobi [1]) la détermination du signe dans la congruence de Dirichlet

$$m! \equiv \pm 1 \pmod{p}$$

à savoir

$$m! \equiv \left(\frac{2}{p}\right)(-1)^{\frac{h+1}{2}}, \pmod{p=2m+1}.$$

En substituant cette valeur, on aura donc en définitive,

$$\sum_{\nu=1}^{m}\binom{-m-1}{\nu-1}c_{m+\nu} \equiv (-1)^{\frac{h+1}{2}}\left(\frac{2}{p}\right)h \pmod{p}, \qquad (14)$$

les coefficients c étant définis par le développement de Maclaurin

$$\{\log(1+y)\}^m = c_m y^m + c_{m+1}y^{m+1} + c_{m+2}y^{m+2} + \ldots$$

En prenant par exemple $p=7$, on aura $\log^3(1+y)$

$$=y^3\left(1-\frac{1}{2}y+\frac{1}{3}y^2-\frac{1}{4}y^3+\ldots\right)^3$$
$$=y^3-\frac{3}{2}y^4+\frac{7}{4}y^5-\frac{15}{8}y^6+\ldots$$

et la somme (14) devient

$$-\frac{3}{2}+\binom{-4}{1}\frac{7}{4}-\binom{-4}{2}\frac{15}{8}=-\frac{109}{4}=-\frac{218}{8}\equiv-\frac{1}{1} \pmod{7}$$

et on a en effet $h=1, \left(\frac{2}{p}\right)=1.$

[1]) Observatio arithmetica de numero classium etc. (Journal de Crelle, T. 9; Werke T. 6, p. 240). On peut aussi consulter notre article présenté le 14 Janvier 1898 à la Société royale des Sciences de Prague.

Digitized by Google

La quantité $Q(-1)$ dans le cas de $p=4k+3$ s'exprime aussi au moyen du nombre h, car elle est

$$\sum_{1}^{2m}(-1)^{\nu}\left(\frac{\nu}{p}\right)=-\sum\left(\frac{\lambda}{p}\right)+\sum_{\nu=1}^{m}\left(\frac{2\nu}{p}\right),\quad (\lambda=1,3,5,\ldots p-2)$$

et si l'on observe que $\lambda=p-2\nu$, il vient

$$Q(-1)=2\sum_{1}^{m}\left(\frac{2\nu}{p}\right)=2\left(\frac{2}{p}\right)h.$$

La congruence (5) donne ensuite pour $x=-1$

$$-m!\,Q(-1)\equiv Y_m(-2)\pmod{p};$$

le premier membre étant congru avec le nombre

$$(-1)^{\frac{h-1}{2}}2h,$$

on aura en substituant $y=-2$ dans l'expression de Y_m la formule suivante

$$(15)\qquad \sum_{\nu=0}^{m}(-2)^{\nu}c_{m+\nu}\equiv(-1)^{\frac{h+1}{2}}\left(\frac{2}{p}\right)2h\pmod{p},$$

où l'on a fait usage de la congruence

$$(-2)^m\equiv-\left(\frac{2}{p}\right).$$

L'exemple précédent donne comme valeur du premier membre

$$1+\frac{3}{2}.2+\frac{7}{4}4+\frac{15}{8}8\equiv5\equiv-2\pmod{7}.$$

Enfin je pose $x=i$ dans la fonction $Q(x)$, et j'observe qu'en posant $\varepsilon=(-1)^{\frac{p-1}{2}}$, on a

$$\left(\frac{\nu}{p}\right)=\left(\frac{\varepsilon p}{\nu}\right);$$

pour ν impair on a ensuite

$$i^{\nu}=\left(\frac{-4}{\nu}\right)i,$$

Digitized by Google

et on trouve, par conséquent

$$Q(i) = i \sum_{\nu=1}^{p-1} \left(\frac{-4\varepsilon p}{\nu}\right) + \sum_{\nu=1}^{m}{}' (-1)^{\nu} \left(\frac{2\nu}{p}\right).$$

Soit premièrement $p = 4k + 3$, les deux termes du deuxième membre seront respectivement

$$i \sum_{\nu=1}^{p-1} \left(\frac{2p}{\nu}\right), \quad -\sum_{\nu=1}^{m} \left(\frac{2\nu}{p}\right) + 2 \sum_{\nu=1}^{\frac{m-1}{2}} \left(\frac{4\nu}{p}\right); \tag{16}$$

la deuxième de ces expressions qui est

$$-\left(\frac{2}{p}\right) \sum_{\nu=1}^{m} \left(\frac{\nu}{p}\right) + 2 \sum_{\nu=1}^{\frac{p-3}{4}} \left(\frac{\nu}{p}\right) \tag{16a}$$

se compose de deux parties dont la première a pour valeur

$$-\left(\frac{2}{p}\right) h = \left[-2\left(\frac{2}{p}\right) + 1\right] Cl(-\Delta),$$

et dont la seconde s'obtient au moyen de la formule [1]) suivante

$$\sum_{\nu=1}^{\left[\frac{\Delta}{4}\right]} \left(\frac{-\Delta}{\alpha}\right) = \frac{2 + \left(\frac{2}{\Delta}\right) - \left(\frac{4}{\Delta}\right)}{2} Cl(-\Delta) \tag{17}$$

qui donne

$$2 \sum_{\nu=1}^{\frac{p-3}{4}} \left(\frac{\nu}{p}\right) = \left(1 + \left(\frac{2}{p}\right)\right) Cl(-p).$$

La quantité (16a) sera donc égale à la suivante

$$\left(2 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) Cl(-p) = h.$$

Pour évaluer la somme

$$\sum_{\nu=1}^{p} \left(\frac{4p}{\nu}\right), \tag{16b}$$

j'observe que $4p = D$ est un discriminant fondamental positif et

[1]) V. Bulletin de Mr. Darboux, 1897.

Digitized by Google

pour des tels discriminants a lieu l'équation suivante[1]) qui pour D impair provient de Dirichlet,

$$\sum_{\nu=1}^{[\frac{1}{4}D]} \left(\frac{D}{\nu}\right) = \frac{1}{2} Cl(-4D). \tag{18}$$

Il s'ensuit que la somme (16 b) a pour valeur

$$\left(2 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) Cl(-p) = h;$$

en somme, on a le résultat suivant

$$Q(i) = (1+i)\,h$$

qui subsiste aussi pour le cas de $p = 4k+1$. On a en effet au lieu de (16)

$$Q(i) = i \sum_{\nu=1}^{p} \left(\frac{-4p}{\nu}\right) + 2 \sum_{\nu=1}^{\frac{p-1}{4}} \left(\frac{\nu}{p}\right),$$

car ici la somme

$$\sum_{\nu=1}^{m} \left(\frac{2\nu}{p}\right)$$

est nulle. Les deux parties dont se compose la quantité $Q(i)$ s'obtiennent au moyen des formules (17) et (18) relatives à $\Delta = 4p$ et $D = p$, ce qui vérifie le résultat annoncé, pourvu que l'on prenne, bien entendu,

$$h = Cl(-4p).$$

Cela étant, on conclut de la congruence (5) que si l'on développe la quantité

$$\frac{-1}{m!} \sum_{\nu=m}^{2m} c_\nu (i-1)^\nu = A + iB, \tag{19}$$

on aura

$$A \equiv B \equiv h \pmod{p}, \tag{19'}$$

quel que soit le nombre premier p (> 3), et où l'on a posé $m = \frac{p-1}{2}$.

Dans notre cas considéré plus haut $p = 7$, on a comme la valeur du premier membre

[1]) On la trouvera dans un mémoire couronné par l'Académie de Paris, en 1900

Digitized by Google

$$A+iB=-\frac{1}{6}[c_3(i-1)^3+c_4(i-1)^4+c_5(i-1)^5+c_6(i-1)^6]$$
$$=-\frac{1}{6}[2(1+i)c_3-4c_4+4c_5(1-i)+8ic_6]$$
$$\equiv(2c_3-4c_4+4c_5)+i(2c_3-4c_5+8c_6)$$
$$\equiv 1+i \pmod{7}.$$

Considérons encore le cas de $p=5$; on aura

$$c_2y^2+c_3y^3+c_4y^4\sim y^2\left(1-\frac{1}{2}y+\frac{1}{3}y^2\right)^2$$

d'où

$$c_2y^2+c_3y^3+c_4y^4=y^2-y^3+\frac{41}{12}y^4$$

ce qui pour $y=i-1$ devient

$$-4i-\frac{17}{3};$$

la division par $-m!=-2$ donne

$$A+Bi\equiv 2i+\frac{17}{6}\equiv 2i+2 \pmod{5}.$$

L'équation (9) et la suivante

$$Y_n(y)=-\varphi^{(n)}(0)$$

donnent

$$Y_n(y)=\sum_{k=n}^{p-1}y^k D^n_{x=0}\binom{x}{k}.$$

Dans le cas qui nous occupe $n=m$, nous avons

$$(20)\qquad -m!\,Q(1+y)\equiv\sum_{k=m}^{2m}y^k D^m_{x=0}\binom{x}{k} \pmod{p}.$$

On a d'ailleurs comme cela résulte des raisonnements établis plus haut

$$c_\nu=D^m_{x=0}\binom{x}{\nu},$$

et la congruence (14) permet de conclure que la fonction entière

$$f(x)=\sum_{\nu=1}^{m}\binom{-m-1}{\nu-1}\binom{x}{m+\nu}$$

Digitized by Google

vérifie la congruence relative au module $p = 2m + 1 = 4k + 3$:

$$f^{(m)}(0) \equiv (-1)^{\frac{k+1}{2}} \left(\frac{2}{p}\right) h. \tag{21a}$$

Observons que notre fonction $f(x)$ peut se mettre sous une forme plus simple, à savoir

$$f(x) = \sum_{\mu=0}^{m-1} (-1)^{\mu} \frac{x(x-1)(x-2)\ldots(x-m-\mu)}{m!\,\mu!\,(m+\mu+1)}. \tag{21b}$$

Toute transformation ou réduction suivant le module p de cette fonction donne une formule concernant le nombre h.

Une autre représentation algébrique de la fonction $Q(x)$ résulte de la congruence

$$Q(x) \equiv \sum_{\nu=}^{p-1} \nu^m x^\nu \pmod{p}, \tag{22}$$

si l'on observe que le second membre résulte en faisant $z = 0$ dans la dérivée d'ordre m de la fonction de z

$$\sum_{\nu=0}^{p-1} x^\nu e^{\nu z} = \frac{1 - x^p e^{pz}}{1 - x e^z};$$

en d'autres termes.

$$Q(x) \equiv D_{z=0}^m \frac{1 - x^p e^{pz}}{1 - x e^z} \pmod{p}.$$

Cela étant, on a pour z suffisamment petit, le développement

$$\frac{1}{1 - x e^z} = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \ldots,$$

où les a_ν sont des fonctions entières de la quantité $\frac{x}{1-x}$, divisées par $1-x$; les coefficients de la fonction entière $(1-x)\,a_\nu$ ne peuvent contenir le facteur p en dénominateur que si $\nu \geqq p$; il s'ensuit que les coefficients du développement

$$\frac{e^{pz} - 1}{1 - x e^z}$$

seront divisibles par p tant qu'il s'agit des termes en $z, z^2, \ldots z^{p-1}$, et cela subsiste même lorsqu'on choisit pour x une valeur rationnelle ou algébrique, telle que $1 - x$ reste premier avec p. On aura alors

Digitized by Google

$$D_{z=0}^{m} \frac{x^p e^{lz}}{1 - x e^z} \quad D_{z=0}^{m} \frac{x^p}{1 - x e^z},$$

et par conséquent

$$Q(x) = D_{z=0}^{m} \frac{1 - x^p}{1 - x e^z} \pmod{p} \tag{23}$$

En faisant $x = -1$ et supposant $p = 4k + 3$, l'équation

$$Q(-1) = \left(\frac{2}{p}\right) 2h$$

donne ce résultat de Cauchy et de Mr. Hurwitz[1])

$$\left(\frac{2}{p}\right) h = D_{z=0}^{m} \frac{1}{1 + e^z} \pmod{p}$$

La formule $Q(i) = (1 + i) h$ reproduit ce dernier résultat légèrement changé, si $p = 4k + 3$, mais en supposant $p = 4k + 1$ on trouve ce résultat de M. Hurwitz

$$h = D_{z=0}^{m} \frac{e^z}{1 + e^{2z}}, \pmod{p}.$$

En terminant, remarquons que la fonction $Q(x)$ est complètement définie par la congruence algébrique

$$Q^2(x) = \text{const.} \pmod{X}.$$

où

$$X = \frac{x^p - 1}{x - 1},$$

si l'on ajoute que le terme le plus élevé est $(-1)^m x^{2m}$.

Il paraît difficile de parvenir à la détermination de la constante qui est $(-1)^m p$, sans faire usage des racines de l'unité. La solution de ce problème, de la détermination purement algébrique du polynôme $Q(x)$, serait du plus haut intérêt. On doit à M. Zolotarev[2]) ce résultat important, que les fonctions Y et Z qui vérifient l'identité de Gauss

$$Y^2 - (-1)^m p Z^2 = 4X,$$

s'obtiennent au moyen du développement en fraction continue du quotient $Q(x) : X$. Les procédés de cette espèce deviennent impra-

[1]) Acta mathematica, T. 19, p. 351 et ss.

[2]) Nouvelles Annales de Mathématique, 1872.

Digitized by Google

ticables, il est vrai, même pour des valeurs relativement petites du nombre p, puisqu'on est amené bientôt à des très grands nombres. Mais sans les regarder comme des algorithmes véritables, les résultats de cette nature ne cessent pas d'être intéressants, et, j'en suis sûr, il doit s'y cacher des vérités très importantes.

---

9. M. K. KOSTANECKI m. t. **Zmiany w jajku mięczaka Mactry, rozwijającem się partenogenetycznie pod wpływem chlorku potasowego.** ***(Über die Veränderungen im Inneren des unter dem Einfluss von KCl-Gemischen künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eis von Mactra).*** *(Etude cytologique de la parthénogénèse artificielle des oeufs de Mactra sous l'influence de K Cl).*

Im Monate Juli 1902 habe ich in einer vorläufigen Mitteilung [1]) die Resultate meiner im Monate April und Anfang Mai 1902 in der zoologischen Station in Neapel vorgenommenen Untersuchung über künstliche Befruchtung und künstliche parthenogenetische Furchung bei Mactra veröffentlicht, jedoch nur insofern, als ich die Vorgänge am lebenden Material unter dem Mikroskop verfolgen konnte. Seitdem habe ich das umfangreiche fixierte und eingebettete Material auf Schnitten genauer untersucht. Der Zweck dieser Untersuchung war vor allem der. über die im Inneren des Eis bei der künstlichen Parthenogenese sich abspielenden Vorgänge Aufschluss zu erhalten. Um jedoch dieselben beurteilen zu können, musste ich zunächst den Reifungs- und Befruchtungsprozess bei diesem Mollusken genauer cytologisch kennen lernen. Sowohl der Reifungs- als auch der Befruchtungsprozess verläuft bei Mactra in der für Mollusken, man kann sagen, typischen Weise. Die unbefruchteten Eier, mögen sie auch mehrere (5—7) Stunden im Meerwasser liegen, zeigen keine Veränderungen; ohne Befruchtung wird also bei Mactra im Gegensatz zu vielen anderen Tierspecies die Richtungsmitose nicht eingeleitet; nach Zusatz von Samen beginnt dagegen das Keimbläschen nach einiger Zeit seine runde Gestalt zu verlieren. An Schnitten von Eiern, welche 20—30 Minuten

[1]) Über künstliche Befruchtung und künstliche parthenogenetische Furchung bei Mactra. Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie. Classe des sciences mathématiques et naturelles. Juillet 1902.

Digitized by Google

nach der Befruchtung fixiert wurden, sieht man seitlich am Kern zwei Strahlungen mit kleinen Centralkörnchen in der Mitte, welche an dieser Stelle die Kernmembran zum Schwinden bringen und mit ihren Strahlenenden sich mit dem Liningerüst in Verbindung setzen. Die weiteren Vorgänge: Die Ausbildung der I Richtungsspindel mit 12 typischen Chromosomen-Vierergruppen, ihr Vorrücken gegen die Eioberfläche, die Ausstossung des I Richtungskörpers, die Ausbildung der II Richtungsspindel, die Ausstossung des II Richtungskörpers stimmen im wesentlichen so vollkommen mit den Bildern, welche ich bei Physa fontinalis, bei Myzostoma glabrum, bei Cerebratulus marginatus beschrieben und abgebildet habe und welche von einer ganzen Reihe von Autoren für Mollusken und andere Tiere geschildert wurden, überein, dass ich auf eine detaillierte Schilderung verzichten zu können glaube. Bei dem Hinaufrücken der Richtungsspindel gegen die Eioberfläche werden an dieser Stelle die in der Rindenschicht gelegenen grossen Deutoplasmakörner verdrängt und es wird dadurch ein ausgesprochener Gegensatz zwischen dem animalen und vegetativen Pol erzeugt, welcher auch weiterhin verbleibt.

Aus den 12 stäbchenförmigen Chromosomen, welche im Ei nach Ausstossung des II Richtungskörpers verblieben sind, bildet sich ein bläschenförmiger, zunächst etwas lappiger, dann runder Kern. Die Strahlung samt dem Centriol schwindet allmälich, wenn auch einige Zeit lang seitlich vom Kern (infolge der telokinetischen Verlagerungen) Spuren der Strahlung zu sehen sind. Der Kern wandert allmählich von der Eiperipherie gegen das Eiinnere hin und rückt dem ihm sich nähernden Spermakern entgegen. Der Samenfaden bleibt zunächst längere Zeit nahe der Eioberfläche an der Stelle, wo er eingedrungen ist, liegen. Sein Kopf quillt zu einem kleinen, runden, kompakten Kernbläschen an, erst nach Ausstossung des I Richtungskörpers während der II Richtungsmitose gewahrt man neben ihm eine Strahlung. Sowohl in diesem Stadium als auch während der Wanderung des Spermakerns gegen den Eikern kann man dieselben Variationen wie bei Physa, Cerebratulus und anderen Tieren beobachten; einmal ist in der dem Kern noch dicht anliegenden Strahlung nur ein Centriol, ein andermal sind zwei Centriolen zu sehen; die Strahlung kann sich einmal früher und mehr, ein andermal später und weniger von dem Spermakern entfernen und der Eintritt der Zweiteilung des Centriols

Digitized by Google

ist auch sehr variabel, indem einmal in verhältnismässig wenig abgerückter Strahlung ein doppeltes Centriol, selbst mit kleiner Centralspindel zu sehen ist, während es ein andermal in der weiter dem Kerninneren zugewendeten Strahlung einfach ist. Nachdem der Eikern eine runde Bläschenform angenommen hat und während er sich dem Eiinneren nähert, wandert ihm dann verhältnismässig rasch der bläschenförmige Spermakern entgegen. Zwischen den beiden Geschlechtskernen sieht man die Spermastrahlung, die in diesem Stadium stets schon doppelte Centriolen enthält. Dieselben entfernen sich von einander, es bilden sich zwei typische Strahlensonnen aus und zwischen ihnen sieht man eine deutliche Centralspindel. Die ganze achromatische Figur gewinnt eine immer mehr symmetrische Lage in der Kopulationsebene der beiden Geschlechtskerne, welche anwachsen und sich dicht aneinanderlegen. Hierauf folgt die Auflösung der Kernmembran und der Zerfall der Kerne in Chromosomen, welche entsprechend ihrer Herkunft deutlich in zwei Gruppen gesondert liegen; mit ihnen stehen zwei mächtige Zugfasernkegel in Verbindung. Wichtig ist es, dass die Strahlungen und ihre Centriolen von der Annäherung der Geschlechtskerne bis zur Ausbildung der karyokinetischen Spindelfigur in deutlicher Weise erhalten bleiben. so dass es für Mactra keinem Zweifel unterliegen kann, dass die achromatische Figur und die Centriolen der ersten Furchungsspindel aus der Spermastrahlung und seinem Centriol hervorgegangen sind.

Schon im Knäuelstadium sieht man die karyokinetische Figur etwas excentrisch gelegen, der eine Pol ist mehr der Eiperipherie genähert; noch deutlicher tritt dies im Stadium des Muttersterns und des Diasters zu Tage. Dieser Lage der karyokinetischen Figur entspricht auch die darauffolgende Teilung des Eies in zwei sehr ungleiche Blastomeren. Bezüglich der Zeit, in welcher bei Mactra die Teilung in zwei Furchungszellen eintritt, kann man grosse individuelle Schwankungen feststellen, indem in einigen Serien die Teilung schon in 1 Stunde 30 Minuten, in anderen erst in 1 Stunde 50 Minuten, selbst in 2 Stunden und einigen Minuten erfolgte[1]).

Wie in der oben erwähnten ersten Publication mitgeteilt, habe

[1]) Diese Schwankungen betreffen auch die früheren Stadien; so erfolgte bei rasch sich entwickelnden Eiern die Ausstossung des I Richtungskörpers in 35 Minuten, bei anderen in 45—50 Minuten.

Digitized by Google

ich nach Anwendung verschiedener Salz-Lösungen eine künstliche parthenogenetische Entwickelung der Eier von Mactra eintreten sehen. Ich habe vor allem diejenigen Eier cytologisch genauer analysiert, welche durch Zusatz von KCl zur Reifungs- und sodann Furchungsteilung angeregt wurden.

Schon am lebenden Material[1]) konnte ich feststellen, dass in den Versuchen, in denen eine Lösung von 5 ccm einer $2^1/_2$ n. KCl-Lösung auf 95 ccm normalen Meerwassers zur Verwendung gelangte, in 45—50 Minuten, also in ungefähr derselben Zeit, wie bei befruchteten Eiern, die Ausstossung des I Richtungskörpers erfolgte; wenn aber die Eier in der Lösung weiterhin verblieben, so wurde der weitere Entwickelungsgang sistiert, es trat die Ausstossung des II Richtungskörpers nur ganz ausnahmsweise, nur in einem sehr geringen Bruchteile der Eier, die Teilung des Eies in zwei Furchungszellen überhaupt gar nicht ein. Werden die Eier aber nach 45 Minuten oder 1 Stunde in frisches Meerwasser übertragen, so erfolgt sowohl die Ausstossung des II Richtungskörpers als auch die Teilung der Eizelle.

In einer zweiten Versuchsreihe, in welcher eine Lösung von 10 ccm $2^1/_2$ n. KCl auf 90 ccm normalen Meerwassers verwendet wurde, erfolgte in den Eiern, solange sie in der Lösung verblieben — wiederum von einem sehr geringen Bruchteil der Eier abgesehen — trotz des Schwundes des Keimbläschens und der Ausbildung der karyokinetischen Figur, die Ausstossung der Richtungskörper überhaupt nicht. Wurden die Eier aber, erst nachdem sie längere Zeit ($1^1/_2$—4 Stunden) in der Lösung verblieben sind, in frisches Meerwasser gebracht, so erfolgte keine Ausstossung der Richtungskörper mehr, aber es trat die Teilung der Eizelle in zwei Furchungszellen ein.

Wenn aber die Eier rechtzeitig (nach $^1/_2$ Stunde oder einer Stunde) in frisches Meerwasser übertragen wurden, so erfolgte die Ausstossung der beiden Richtungskörper in ungefähr derselben Zeit wie bei befruchteten Eiern und sodann die Teilung des Eies in zwei Zellen in kürzerer Frist als in der ersten Versuchsreihe.

Da ich innerhalb dieser zweiten Versuchsreihe die grösste Versuchszahl angestellt habe und über eine grosse Zahl (19) in ver-

[1]) Bezüglich aller näheren Angaben, die sich auf die Beobachtungen am lebenden Material beziehen, sei auf die frühere Publikation verwiesen.

Digitized by Google

schiedenen Zeitabständen fixierter Stadien verfüge, welche mir die interessantesten Befunde lieferten, so habe ich diese vor allem einer genaueren cytologischen Untersuchung unterzogen und gebe im folgenden die Hauptergebnisse derselben wieder.

Veränderungen an den Eiern, solange sie in dem Gemisch von 10 ccm $2^1/_2$ n. KCl auf 90 ccm normalen Meerwassers verbleiben:

Wenn die unbefruchteten Eier von Mactra in das Gemisch gebracht werden, kann man am lebenden Ei den Schwund des Keimbläschens und dann in den allgemeinsten Zügen die Ausbildung der karyokinetischen Spindel wahrnehmen. Auf Schnitten habe ich zunächst ein Stadium von 30 Minuten untersucht, und da ebenso wie in anderen Versuchen so auch bei diesem nicht alle Eier gleichzeitig sich entwickelten, so habe ich in den Schnittpräparaten dieses Stadiums die verschiedenen Phasen der Ausbildung der ersten Richtungsspindel getroffen. Wir können hierbei die typische Ausbildung der I Richtungsspindel wahrnehmen; wir sehen, wie neben dem grossen Kernbläschen die zwei Strahlungen samt ihren Centriolen erscheinen, wie dann die Kernmembran schwindet und die achromatische Figur sich allmählich mit den zerstreut liegenden Chromosomen, welche entweder die Gestalt von Ringen oder mehr oder weniger deutlichen Vierergruppen aufweisen, verbindet und gegen die Eiperipherie emporrückt.

Die weiteren Stadien der Ausbildung der Richtungsspindel, das Stadium des Muttersterns, der Metakinese u. s. w. verlaufen in ganz derselben Weise wie die entsprechenden Stadien in befruchteten Eiern. Während aber bei befruchteten Eiern, welche sich in normalem Meerwasser entwickeln, die karyokinetische Figur gegen die Oberfläche und darüber hinaus emporrückt und darauf in etwa 35—50 Minuten der I Richtungskörper ausgestossen wird, sehen wir bei diesen Versuchen, dass die karyokinetische Figur in der Regel in der Eizelle verbleibt und sogar tiefer nach dem Eiinneren zu sinkt.

Das weitere Verweilen der Eier in der Flüssigkeit führt zur Ausbildung von vielpoligen mitotischen Figuren, und zwar sehr mannigfacher Art. Alle diese vielpoligen Mitosen lassen sich darauf zurückführen, dass die Centriolen der ersten Richtungsspindel sich zunächst in zwei Tochtercentriolen, dann bisweilen noch weiterhin teilten und zur Bildung mehrerer Strahlungen führten; diese gruppie-

Digitized by Google

ren sich um die Chromosomen, welche entweder in einer Gruppe, einer Reihe zusammenliegen, oder aber sich in zwei Gruppen angeordnet, bisweilen auch in zwei Kerne umgewandelt haben.

Noch weiteres Verweilen der Eier in dem Gemisch führt zur Entstehung von ganz abweichenden, meist pluripolaren Strahlenbildern, oder aber zur Bildung von mehrkernigen Zellen.

Meist enthielten derartige mehrkernige Zellen zwei, drei, vier, sechs grössere Kerne, aber bisweilen sah man auch ganze Haufen ganz kleiner Kerne, welche sicherlich darauf sich zurückführen lassen, dass die einzelnen Chromosomen sich in einzelne kleine Kernbläschen umgewandelt haben. Die gewöhnlich in der Rindenschicht angesammelten dunklen Körner fangen an, sich teilweise nach dem Zellinneren zu begeben, was immer das Zeichen der beginnenden Degeneration der Eizelle bedeutet.

Der Aufenthalt der unbefruchteten Eier in dem Gemisch führt also, wie wir kennen gelernt haben, zu weitgehenden verschiedenartigen abnormen Veränderungen innerhalb der Eizelle. Werden aber die Eier rechtzeitig aus dem Versuchs-Gemisch in frisches Meerwasser gebracht, so stossen sie, wie wir am lebenden Material sahen, zwei Richtungskörper aus und teilen sich dann in typische Furchungszellen wie die befruchteten Eier.

Veränderungen an Eiern, welche nach kurzem Aufenthalt in dem Gemisch in frisches Meerwasser gebracht wurden.

Als Grundlage zur Untersuchung dienten mir hier Schnittbilder von Eiern, welche durch zwei Versuche gewonnen wurden. Im ersten dieser Versuche verblieben die Eier in der KCl-Lösung 30 Minuten. Die Eier befanden sich im Augenblick der Übertragung in frisches Meerwasser auf dem Entwickelungsstadium, wo die erste Richtungsspindel ausgebildet ist. Während in Eiern, welche in der Lösung weiterhin verbleiben, die mitotische Figur nicht weiter gegen die Eiperipherie emporrückt, im Gegenteil späterhin sich wieder nach dem Zellinneren zurückzieht, rückt sie hier gegen die Oberfläche und wölbt dieselbe empor; es erfolgt in etwa 45—50 Minuten die Ausstossung des I Richtungskörpers, darauf entwickelt sich eine typische II Richtungsspindel.

Darauf wird in diesem Versuche stets der zweite Richtungskörper ausgestossen und aus den im Ei verbliebenen Chromosomen bildet sich ganz wie in befruchteten Eiern ein bläschenförmiger

Digitized by Google

Kern. Diese Ausstossung des II Richtungskörpers erfolgte in den schnell sich entwickelnden Eiern in 1 Stunde 25—30 Minuten, in einigen allerdings verzögerte sie sich bedeutend. Einige Eier begannen sich nach $3^1/_2$ Stunden in die Länge zu strecken und sich nach 4 Stunden zu teilen, viele teilten sich aber erst viel später. Von der Ausstossung des II Richtungskörpers bis zur Teilung der Eizelle in zwei Furchungszellen verstrich also ein Zeitraum von ungefähr $2^1/_2$ Stunden, während er in befruchteten Eiern durchschnittlich nur 45 Minuten beträgt. Dies legte schon von vornherein den Gedanken nahe, dass innerhalb dieser Zeit sich bei diesem Versuche innerhalb der Eizelle komplizierte und deshalb lange Zeit in Anspruch nehmende Vorgänge abspielen mussten.

Zum Studium dieser Vorgänge hatte ich von diesem Versuche nur eine gut erhaltene Serie von $3^1/_2$ Stunden zur Verfügung. Da aber die Eier sich nicht gleichmässig und gleichzeitig entwickeln, so erhält man auf Schnittpräparaten die verschiedensten Stadien neben einander, welche sich zu einer vollkommenen Reihe zusammengl edern.

Den Ausgangspunkt für die weiteren Vorgänge bildet das Stadium, wo nach Ausstossung der beiden Richtungskörper sich aus den in der Eizelle verbliebenen Chromosomen das Kernbläschen gebildet hat; nach innen zu von ihm ist, wenn auch keine Strahlung mehr, so doch die Spur einer radiären Anordnung der Plasmakörnchen noch zu sehen. Vergleichen wir dieses Stadium mit dem entsprechenden Stadium des befruchteten Eies, so ist eine vollkommene Ähnlichkeit nicht zu verkennen; der einzige Unterschied besteht eben in dem Mangel des Spermakerns und seiner Strahlung.

Wenn nun in einem derartigen Ei sich in der Folge die karyokinetische Figur der ersten Furchungsspindel entwickelt, welche, wie die Schnittbilder entsprechender Stadien lehren, der Furchungsspindel eines befruchteten Eies vollkommen ähnlich sieht, so wäre es a priori am wahrscheinlichsten, dass einfach das im Ei verbliebene Eicentrosoma sich teilt und so den Ausgangspunkt zur Bildung einer typischen mitotischen Figur liefert.

Nichts derartiges ist der Fall. Man trifft auf Schnitten keine Figuren, welche für eine Deutung in diesem Sinne sich verwerten liessen.

Ich habe vielmehr in meinen Präparaten eine Fülle von mitotischen Figuren oder Mitosen ähnlichen Bildern getroffen, welche

Digitized by Google

auf andere Vorgänge hindeuten und welche es mir zunächst schwer war, in genetische Beziehung zu einander zu bringen. Bei genauerer, eingehender Prüfung war es aber zu erkennen, dass dieselben sich in zwei Gruppen von Bildern einreihen lassen, welche ein ganz anderes Aussehen darbieten. Die ungemein charakteristischen Mitosen der einen Gruppe kennzeichnen sich dadurch, dass der ganze Prozess sich vorwiegend innerhalb des Kerns abzuspielen scheint, ohne dass im Protoplasma weitergehende strukturelle Veränderungen sich wahrnehmen liessen.

In den Anfangsstadien erscheint der Kern etwas in die Länge gestreckt, sein Chromatin liegt in Form von dünnen Fäden den Lininfasern an, welche zum grössten Teil quer zur Längsachse des Kerns, und zwar mehr an der Oberfläche des Kernbläschens verlaufen. Um den Kern herum sieht man im Protoplasma die Andeutung einer Strahlung, aber nicht ausgesprochene Strahlen, sondern nur eine radiäre Anordnung der Plasmakörnchen, welche nicht auf einen Punkt, sondern auf den ganzen Kern gerichtet sind. Dieselbe Andeutung der Strahlung ist auch fernerhin zu sehen. Der Kern wird darauf gleichsam tonnenförmig, die Lininfäden ordnen sich längs der Querachse des Kerns an und konvergieren deutlich gegen die Mittte der abgeflachten Längsseite des Kerns. Das Chromatin liegt in Form von Fäden, an denen sogar einzelne Chromatinkörner (Pflitzner'sche Körner) bisweilen zu sehen sind, den Lininfäden an. Wir haben ein Bild vor uns. das. was die Chromatinverhältnisse betrifft, mit dem Stadium des s. g. dichten Knäuels sich deckt. Der Kern fängt sodann an, sich in der entgegengesetzten Richtung zu strecken, es entshtet eine Art von kurzer, breiter Spindel, auf der die einzelnen schon herausdifferenzierten Chromosomen in Form von Schleifen angebracht sind, es sind deutlich zwei Pole zu unterscheiden, in denen die Spindelfasern zusammenlaufen. Ein Centriol oder ein Gebilde. das man mit einem Centrosoma vergleichen könnte, ist an den Polen nicht zu sehen, ebensowenig eine Polstrahlung. Die Spindel wird sodann schlanker, die Chromatinschleifen rücken gegen ihren Äquator und es entsteht eine sehr charakteristische Muttersternfigur. Die Konturen der Spindel mit ihren spitzen Polen heben sich scharf von der Umgebung ab, die ganze Spindelfigur bildet einen vollkommen in sich abgegrenzten Körper, indem auch die Chromosomen sich genau im Rahmen der fädigen achromatischen Spindel halten und

Digitized by Google

selbst mit ihren freien Enden nicht über deren Bereich hinausgehen.

Nach dem Stadium des Muttersterns folgt die Metakinese. Im Stadium des Muttersterns, zum Teil auch schon früher, muss eine Spaltung der Chromatinschleifen erfolgt sein; in den Eikern sind nämlich nach Ausstossung des II Richtungskörpers 12 Chromosomen übergegangen, welche dann in Form von Chromatinschleifen sich aus dem Kern herausdifferenzieren; nach erfolgter Metakinese kann man feststellen, wenn auch die Zählung bisweilen auf grosse Schwierigkeiten stösst, dass nach beiden Polen je zwölf oder annähernd soviel Chromosomen wandern. Man kann schon im Stadium der Metakinese wahrnehmen, dass die Spindel wiederum etwas weniger schlank erscheint und sich an den Polen abzuplatten beginnt. Diese Abplattung wird viel ausgesprochener im Diasterstadium. Die Chromosomen rücken ganz an das Ende der Spindel, wo sie zunächst dicht beisammen liegen, sodann fliessen sie unter einander zusammen.

Diese Abplattung der Spindel und die Gruppierung der Chromatinmasse in einen länglichen Chromatinstreifen besteht auch dann noch, wenn aus dem Chromatin einheitliche Kernbläschen sich zu formen beginnen; zwischen den Kernen sieht man Reste der Centralspindel, welche in Körnchen zu zerfallen beginnt; und wenn dann die Tochterkerne immer mehr bläschenförmig werden und der runden Form zustreben, bleibt schliesslich zwischen ihnen nur noch eine körnige Masse als Überrest der Centralspindel. Auch diese schwindet in dem Masse, als die Kernbläschen sich vergrössern und sich gegenseitig bis zur Berührung nähern. Die sich berührenden Kerne können darauf miteinander verschmelzen, entweder auf einer kleinen Strecke oder vollkommen.

Ich habe in meinen Präparaten in diesen Stadien auch Abweichungen von dem gewöhnlichen Verlauf insofern beobachtet, als ich bisweilen dreipolige oder vierpolige Spindeln angetroffen habe, ebenso Eier, in denen drei oder auch vier bläschenförmige Kerne enthalten waren, welche sich wohl aus den drei- oder vierpoligen Mitosen herleiten lassen.

Wir sehen, dass der Prozess dieser „intranucleären Karyokinese“ gewöhnlich zur Ausbildung zweier bläschenförmiger Kerne führt. dass dadurch also ein Zustand erreicht wird, der dem Bilde gleicht, welchem wir im befruchteten Ei nach Annäherung der

Digitized by Google

Geschlechtskerne begegnen; sogar die dreikernigen Eier gleichen polysperm befruchteten Eiern. Aber ein fundamentales Merkmal fehlt, nämlich: die aus der Spermastrahlung stammenden Strahlensonnen samt ihren Centriolen, welche wir auf diesem Stadium in befruchteten Eiern stets angetroffen haben.

Es wirft sich hier von selbst die Frage auf, ob die zweikernigen Eizellen sich in der Folge nicht durch Einschnürung des Zellleibes in zwei Zellen teilen können. In meinen Präparaten finde ich keine Bilder, welche hierfür sprächen. In den Präparaten dieses Stadiums waren die Eier noch ungeteilt, eine Einschnürung des Zellleibes war bei den zweikernigen Eizellen nicht zu sehen. (Die Teilung erfolgte erst nach einer weiteren halben Stunde, d. i. vier Stunden vom Beginn des Experiments). Die nahe Lage der beiden Kerne, ihre teilweise oder völlige Verschmelzung spricht gegen diese Annahme. Vor allem habe ich aber in diesen Präparaten Bilder angetroffen, welche unzweifelhaft darauf hindeuten, dass in den zweikernigen Eizellen Vorgänge zur Ausbildung weiterer neuer mitotischer Figuren eingeleitet wurden.

Da diese Mitosen in allen Punkten denjenigen mitotischen Figuren glichen, welche ich vorwiegend in den dem folgenden Versuche entnommenen Präparaten vorfand, so will ich sie auch zugleich mit den Präparaten des zweiten Versuchs, zu dessen Schilderung ich jetzt übergehe, besprechen.

In diesem Versuche verblieben die Eier in dem KCl-Gemisch 1 Stunde. Auf Schnitten von Eiern, welche sofort nach Entnahme aus dem Gemisch fixiert wurden, sieht man die II Richtungsspindel, welche vorhin bereits mehr peripher gelegen war, sich wieder nach dem Eiinneren begeben. Wenn aber die Eier in frisches Meerwasser gebracht wurden, rückte die mitotische Figur wieder gegen die Eioberfläche empor, es erfolgte rasch die Ausstossung des I Richtungskörpers, sodann an einer grossen Zahl von Eiern auch die Ausstossung des II Richtungskörpers und von da an erschien der Verlauf dieses Versuchs, soweit man ihn am lebenden Material verfolgen konnte, ganz ähnlich wie beim vorigen Versuch; das Tempo war aber ein rascheres; während nämlich in dem vorigen Versuch die Mehrzahl der Eier erst nach 4 Stunden und später sich teilte, begann hier die Teilung an einer grossen Zahl der Eier schon nach $3^1/_2$ Stunden, obwohl die Ausstossung des

Digitized by Google

I Richtungskörpers verzögert wurde und anstatt nach etwa 45 Minuten, erst nach mehr als 1 Stunde erfolgte.

Auch von diesem Versuche habe ich nur ein Stadium, nämlich von $3^1/_2$ Stunden fixieren können. An den Präparaten dieser Schnittserie habe ich mich überzeugen können, dass ein Teil der Eier zwei Richtungskörper ausgestossen hatte, aber viel zahlreicher waren die Eier, die nur einen Richtungskörper aufwiesen. Letztere wollen wir später besonders besprechen; wenn wir vorläufig nur denjenigen Eiern Aufmerksamkeit schenken, welche zwei Richtungskörper aufwiesen, so lässt sich feststellen, dass dieselben im Inneren des Zellleibes verschiedene Bilder darboten. Eine kleinere Zahl von Eiern wies „intranucleäre" Mitosen im Knäuel,- Mutterstern,- Diaster,- Dispiremstadium auf, wie wir sie beim vorigen Versuch geschildert haben. In grosser Zahl fanden sich zweikernige Eizellen, in denen die beiden bläschenförmigen Kerne entweder bis zur Berührung nahe bei einander lagen oder teilweise verschmolzen waren; oder auch einkernige Zellen, deren grosse Kerne jedoch die Entstehung aus zwei Kernen erkennen liessen. Vorwiegend aber habe ich in den zwei Richtungskörper aufweisenden Eizellen dieses Versuchs in grosser Zahl Mitosen angetroffen, die durch eine ausgebildete Polstrahlung sich auffallend von den intranucleären Mitosen unterschieden, dadurch aber den gewöhnlichen Mitosen näher kamen. Dieser Typus von Mitosen war auch in den Präparaten des vorigen Versuchs zu sehen und ich habe oben auf ihr Vorkommen hingewiesen, ihre genauere Analyse jedoch mir bis zur Besprechung des zuletzt geschilderten Versuchs vorbehalten. Die einzelnen Bilder dieser Mitosen fügten sich zu einer dicht geschlossenen Reihe zusammen. Das Endresultat dieser Reihe ist die Ausbildung einer typischen Furchungsspindel und darauf Teilung des Eies in zwei Furchungszellen. Betrachten wir zunächst das Bild des Muttersterns, dann die Diasterstadien bis zur vollzogenen Furchungsteilung, so erblicken wir sofort einen auffallenden Unterschied im Vergleich mit den vorhin als „intranucleäre Karyokinese" beschriebenen Bildern einerseits, andererseits eine vollkommene Ähnlichkeit mit den entsprechenden Stadien in befruchteten Eiern. Wir sehen hier die Furchungsspindel gleichfalls senkrecht zur Achse des Eies, welche den animalen mit dem vegetativen Pol verbindet, gelegen. Die anfangs symmetrisch mitten im Ei gelegene Spindel nähert sich später gewöhnlich mit

Digitized by Google

ihrem einen Pole seitlich der Zelloberfläche; es erfolgt dann meist die charakteristische Teilung des Eies in zwei ungleiche Zellen, wie in befruchteten Eiern; jedoch nicht ständig, bisweilen unterscheiden sich die Tochterzellen nur wenig bezüglich ihrer Grösse oder sind auch vollkommen gleich gross. Bezüglich der achromatischen Teile der Spindelfigur, der Polstrahlung, der Centralspindel, des sich aus derselben bildenden Zwischenkörpers, sehen wir ganz dieselben Verhältnisse wie in befruchteten Eiern, nur distinkte punktförmige Centralkörner, Centriolen kann man an den Polen nicht beobachten.

Die Bilder dieser karyokinetischen Figuren sind so charakteristisch, dass eine Verwechselung derselben mit den vorhin beschriebenen „intranucleären Karyokinesen" ausgeschlossen ist. Vor allem ist es hier die ausgesprochene mächtige Polstrahlung, welche in die Augen fällt. Dieses Merkmal habe ich vor allem benutzt, um ihre Entstehung rückzuverfolgen, und ich habe eine Reihe von Bildern der karyokinetischen Spindel gefunden, welche sich mit aller Deutlichkeit als Vorstufen dieser Spindeln zu erkennen geben. Zunächst Bilder von fädigen Centralspindeln mit mächtiger Polstrahlung an den beiden Polen und neben derselben die Chromosomen gewöhnlich in zwei Gruppen angeordnet.

Sodann sah ich ganz ähnliche Bilder, welche sich aber dadurch unterschieden, dass die Spindel, auf deren beide Pole die Strahlung gerichtet war, nicht aus feinen Fäden bestand, sondern eine einheitliche in Protoplasmafarbstoffen sich dunkler homogen tingierende Masse darstellte. Diese Bilder leiten uns zu ganz ähnlichen Bildern hinüber, in denen die Protoplasmastrahlung jedoch gegen die beiden Pole zwar ein wenig ausgesprochener ist, der überwiegende Teil der Strahlung aber nicht deutlich dicentrisch angeordnet, sondern auf die Spindel als ganzes gerichtet ist; und diese wiederum zu Bildern, in denen das meist gleichfalls in zwei Gruppen angeordnete Chromatin auf einer dunkleren ovalen Plasmamasse ruht, von welcher aus gleichmässig im Umkreise eine feine Strahlung ausgeht.

Als Vorstufen dieses Stadiums erscheinen uns Bilder, wo wir zwei gesonderte Chromosomengruppen vor uns haben und im Zellleibe sich eine feine Strahlung ausbreitet, welche auf einen idealen Punkt zwischen den beiden Chromosomengruppen centriert ist.

Schliesslich habe ich Figuren gesehen, in denen zwei Chromosomengruppen ohne Spur einer Strahlung zu sehen waren; bis-

Digitized by Google

weilen lagen diese Chromosomen in helleren Feldern, welche noch die Umrisse von Kernen, aus denen sie hervorgegangen sind, erkennen liessen.

Und hiermit nähern wir uns der Frage nach dem Ausgangspunkt dieser mitotischen Figuren. Ich glaube, dass derselbe in den zweikernigen Eizellen zu suchen ist, welche ich in derselben Schnittserie sowie in den Präparaten des vorigen Versuchs in grosser Zahl angetroffen habe. Was aber die Herleitung dieser zweikernigen Eizellen betrifft, so möchte ich nochmals daran erinnern, dass in den Präparaten dieser Schnittserie und denen des vorigen Versuchs auch Bilder der „intranucleären" Karyokinese zu finden waren, so dass wohl angenommen werden darf, dass durch den Prozess der „intranucleären Karyokinese" zwei Kerne gebildet wurden, (welche entweder ihre Selbständigkeit behalten oder mit einander verschmelzen konnten), dass diese Kerne dann von neuem in zwei Chromosomengruppen zerfallen. In der Eizelle erscheint hierauf eine Strahlung, welche auf den Raum zwischen den beiden Kernen gerichtet ist; an eben derselben Stelle erscheint sodann im Centrum der Strahlung zwischen den Kernen eine dichte Plasmamasse, welche zu einer kompakten homogenen Spindel sich umgestaltet; später nimmt die Spindel eine fibrilläre Struktur an; die Strahlung, welche zunächst auf einen idealen Punkt zwischen den Kernen, dann auf die Plasmamasse zwischen ihnen centriert war, beginnt sich um die beiden Spindelpole zu gruppieren, wobei die einzelnen Strahlenfibrillen stärker werden und schliesslich sind sämtliche Polstrahlen ausschliesslich auf die beiden Spindelpole gerichtet. Die anfangs einheitliche, dann fädige Spindel wächst allmählich zu immer grösserem Umfange heran, die zunächst in zwei Haufen gruppierten Chromosomen ordnen sich im Äquator der Spindel an.

Bevor also in den Eiern von Mactra bei diesen Versuchen die Ausbildung einer Furchungsspindel eingeleitet wird, wird zunächst, was die Kernverhältnisse betrifft, durch die intranucleäre Karyokinese ein Zustand hergestellt, der demjenigen in befruchteten Eiern gleichen würde. Dass wir dies jedoch nicht als ständige Erscheinung bei der s. g. künstlichen Parthenogenese auch bei Anwendung anderer Gemische betrachten dürfen, lehren schon die Arbeiten anderer Autoren, welche cytologisch die Eier untersucht, aber einen ähnlichen Vorgang nicht beobachtet haben.

Digitized by Google

Es könnte aber die Frage aufgeworfen werden, ob bei diesen Versuchen stets in der Eizelle durch die „intranucleäre Karyokinese“ der zweikernige Zustand hergestellt werden muss und erst nach Auflösung dieser zwei Kerne in Chromosomen die typische mit mächtiger Polstrahlung ausgestattete Furchungsspindel entsteht — ob nicht die ausgebildete „intranucleäre Spindel“ bisweilen auch unter Entwickelung einer Polstrahlung zur Furchungsspindel werden kann. In meinen Präparaten sehe ich keine Anhaltspunkte für eine solche Annahme, mit ganz absoluter Sicherheit ausschliessen kann ich sie indess nicht.

Ich möchte aber hervorheben, dass ich in den Präparaten dieses Versuchsstadiums an den zwei Richtungskörper aufweisenden Eizellen auch Bilder gesehen habe, welche haben schliessen lassen, dass die Chromosomen der Furchungsspindel auch aus einem Kern entstehen können, indem ich auf der sich ausbildenden Spindel bisweilen die Chromosomen in einer Gruppe beisammen, und zwar in geringer Menge liegen sah.

Wie oben erwähnt, hatte in diesem Versuche nach einstündigem Verweilen in dem Gemisch und nach Übertragung in frisches Meerwasser ein grosser Teil der Eier nicht zwei, sondern nur einen Richtungskörper ausgestossen, während, wie wir sahen, im vorigen Versuche, wo die Eier nicht eine ganze Stunde, sondern nur eine halbe Stunde in dem Gemisch verblieben waren und darauf in frisches Meerwasser gebracht wurden, an allen Eiern zwei Richtungskörper ausgestossen wurden. Offenbar wurden die Eier durch das längere Verweilen in dem KCl-Gemisch angegriffen, wenn auch nicht in dem Grade, wie bei den folgenden Versuchen, wo ein noch längeres Verweilen der Eier in dem Gemisch viel tiefer gehende Veränderungen verursachte, so dass die Eier, wie wir unten genauer sehen werden, in frisches Meerwasser gebracht, überhaupt keine Richtungskörper mehr ausstiessen.

Im Inneren dieser Eier mit nur einem Richtungskörper habe ich verschiedene Bilder angetroffen, welche genau an die Bilder erinnerten, welche an den Eiern mit zwei Richtungskörpern zu sehen waren. Es fanden sich „intranucleäre“ Mitosen im Knäuel-, Mutterstern-, Diaster-, Dispiremstadium mit stäbchen- oder schleifenförmigen Chromosomen, es fanden sich zweikernige Zellen mit nahe bei einander liegenden oder verschmolzenen Kernen, dann einkernige Zellen mit Kernen von verschiedener Grösse, sodann

Digitized by Google

verschiedene Bildungsstadien von Spindeln mit Polstrahlung, ganz ähnlich denen, die wir oben beschrieben haben; die Chromosomen lagen in einer oder in zwei Gruppen, auch aus ihrer Anzahl konnte man schliessen, dass ein oder zwei Kerne in Mitose übergegangen sind; sodann sah man typische mit schöner Polstrahlung ausgestattete Furchungsspindeln im Mutterstern-, Diasterstadium, dann die beginnende oder durchgeführte Teilung in zwei gleiche oder ungleiche Tochterzellen.

Veränderungen an Eiern, welche nach längerem Aufenthalt in dem KCl-Gemisch in frisches Meerwasser gebracht wurden.

Wir haben oben gesehen, dass, solange die Eier in dem KCl-Gemisch bleiben, sie von ausserordentlich seltenen Ausnahmen abgesehen, trotz des Schwundes des Keimbläschens und der Ausbildung der Richtungsspindel keine Richtungskörper ausstossen, dass vielmehr die sich herausbildende Richtungsspindel in dem Ei verbleibt und bei weiterem Verweilen der Eier in dem Gemisch zum Ausgangspunkt vielpoliger Mitosen wird; diese Mitosen führen schliesslich, wie wir sahen, zu einem mehrkernigen Zustand der Eizelle.

Wenn aber die Eier nach $1^1/_2$-, 2-, 3- oder selbst 4-stündigem Verweilen in dem KCl-Gemisch in frisches Meerwasser gebracht wurden, so teilten sie sich in zwei Furchungszellen und die Teilung schritt auch weiterhin fort, aber die Ausstossung der Richtungskörper blieb aus.

Zum Studium der Veränderungen, welche dann im Inneren des Eies im frischen Meerwasser vor sich gehen, dienten mir Serienschnitte von Eiern, welche 3 Stunden in der KCl-Lösung verblieben, dann in frisches Meerwasser gebracht wurden und nach 1-stündigem Verweilen in demselben fixiert wurden. Die einzelnen Eier dieser Serie befanden sich wiederum, wie bei diesen Versuchen stets, in verschiedenen Entwickelungsphasen, einige Eier enthielten grosse, runde Kerne im Ruhestadium, in anderen waren Knäuel-, Mutterstern-, Diasterstadien, andere Eier waren in zwei Furchungszellen geteilt, andere zeigten wiederum schon in den beiden Furchungszellen Mitosen, welche die weitere Teilung einleiteten.

Was das Bild der einzelnen Phasen betrifft, so bot es wiederum in den einzelnen Eiern nicht immer dasselbe Aussehen dar. Bilder, welche an die vorangehenden abnormen und komplizierten

Digitized by Google

vielpoligen Mitosen erinnern könnten, waren nicht mehr anzutreffen. Die Eier, welche ruhende Kerne enthielten, waren teils ein-, teils zwei-, teils vierkernig. Die Kerne waren stets grosse kugelige Bläschen mit deutlichem Kerngerüst. Die Herleitung dieser Kerne ergibt sich aus den vorhin beobachteten Stadien von selbst. Der vierkernige Zustand leitet sich von den vorhin beobachteten vierpoligen Mitosen her. Die zwei- und einkernigen Bilder dürften Mitosen entsprechen, wo die Chromatinmasse trotz der Pluripolarität der achromatischen Figur sich nicht in vier Gruppen geteilt hat; oder vielleicht haben wir hier aus mehreren Einzelkernen verschmolzene Kerne vor uns.

Häufig waren Bilder, die als „Knäuelstadien" aufgefasst werden mussten; man sah entweder zwei Gruppen sich erst herausdifferenzierender, noch unregelmässiger Chromatinschleifen und zwischen ihnen bisweilen noch die Konturen der sich hier offenbar berührenden Kerne, oder aber vier Chromatingruppen, welche ihre Herkunft aus vier besonderen Kernen bekundeten. Die Chromatingruppen lagen gewöhulich auf einer einheitlichen, dichteren, sich dunkler tingierenden Plasmamasse, um welche man eine schwache, radiäre strahlige Anordnung der Plasmateile wahrnehmen konnte.

Sodann sah man zwischen den Chromosomengruppen Spindelbilder mit mehr ausgesprochener Strahlung, in einigen Bildern war dieselbe jedoch noch nicht deutlich auf die beiden Spindelpole centriert. in anderen ging dieselbe deutlich von den beiden Spindelpolen aus und an den Polen sah man sogar äusserst kleine, sich dunkler tingierende Punkte, welche wie typische Centriolen aussahen. Diese Spindeln leiten uns unmittelbar zu dem Stadium eines typischen Muttersterns hinüber.

Neben diesen mehr „typischen" karyokinetischen Figuren habe ich in dieser Serie, wenn auch seltener, auch abweichende, abnorme Mitosen gesehen, was in Anbetracht der vorangegangenen weitgehenden Veränderungen innerhalb der Eizelle leicht erklärlich ist. Dass aber der grösste Teil auch dieser anfänglich abnormen Mitosen wahrscheinlich der Ausbildung typischer, zweipoliger Furchungsspindeln zustrebt, möchte ich daraus entnehmen, dass ich im Diasterstadium stets nur ganz typische zweipolige Spindeln angetroffen habe, welche ganz den Bildern des Diasterstadiums in befruchteten Eiern glichen.

Bemerkenswert war in diesen Figuren im Mutterstern-, im

Digitized by Google

Diasterstadium die grosse Zahl der Chromosomen von mehr oder weniger deutlicher Schleifenform; die Herkunft der Chromosomen aus mehreren Kernen bietet die Erklärung dafür.

Gewöhnlich, aber nicht immer, sieht man im Stadium des Muttersterns ebenso im Stadium des Diasters die Furchungsspindel ganz ähnlich wie in befruchteten Eiern mit ihrem einen Pole näher der Eioberfläche gerückt; nach erfolgter Furchungsteilung sind dann auch in diesem Falle die Tochterzellen ganz ebenso wie die aus dem befruchteten Ei hervorgegangenen beiden ersten Furchungszellen von ungleicher Grösse, in anderen Fällen dagegen trifft man auch gleich grosse Zellen.

Wenn wir bedenken, dass die besprochenen mitotischen Figuren aus hochgradig abnormen Mitosen hervorgegangen sind, so müssen wir feststellen, dass Eier, welche durch längeres Verweilen in der KCl-Lösung bereits weitgehende Entwickelungsstörungen und Abnormitäten aufwiesen, doch noch in frisches Meerwasser gebracht unter Überwindung der eingetretenen Veränderungen, also durch eine Art „Regulation", einen Zustand herzustellen bestrebt sind, der dem Bilde der Furchungsspindel sich nähert, wie es im Ei bei der künstlichen Parthenogenese unter günstigeren Verhältnissen (s. o.) oder im befruchteten Ei sich darstellte.

Das Problem der künstlichen Parthenogenese hat bereits eine umfangreiche Literatur aufzuweisen.

Die überwiegende Zahl der bezüglichen Arbeiten [1]) beschäftigt sich aber nur damit, ob überhaupt und unter welchen Verhältnissen und Bedingungen (Grad der Konzentration der angewandten Gemische, Zeit des Belassens der Eier in denselben, Höhe der Temperatur u. s. w.), die unbefruchteten Eier zur Entwickelung angeregt werden können und bis zu welchem Grade diese Entwickelung fortschreitet. Sodann ist in den Arbeiten der Hauptnachdruck auf die Ergründung der physikalisch-chemischen Natur des Reizes gelegt. Arbeiten jedoch, die unmittelbar unser Thema berühren, nämlich die Ergründung der im Inneren des unbefruchteten Eis

[1]) Hierher gehören die Arbeiten von R. Hertwig, Morgan, Loeb und seinen Schülern Fischer, Hunter, sodann von Winkler, Yves Delage, Bataillon, Giard, Mathews, Wilson, Prowazek, Viguier, Greely, Rondeau-Luzeau, Mead, Wassilieff, Lyon, Meltzer.

Digitized by Google

bei der künstlichen Parthenogenese sich abspielenden Vorgänge bezwecken, sind bisher nur spärlich. Es sind dies die Arbeiten von R. Hertwig[1]), Morgan[2]), Wilson[3]), Wassilieff[4]). Und die Resultate dieser Arbeiten lassen sich auch nicht unmittelbar mit den Ergebnissen unserer Untersuchung vergleichen, weil in ihnen die Versuche an Eiern anderer Tiere und mit anderen Gemischen vorgenommen wurden. Vorwiegend wurden diese Versuche an reifen Eiern der Echinodermen ausgeführt, bei denen innerhalb der Geschlechtsorgane die Richtungskörper ausgestossen wurden.

Eine Zusammenstellung der Resultate dieser Autoren und ein Vergleich derselben untereinander und mit meinen Resultaten ergibt eine grosse Verschiedenheit in der Bildungsweise der ersten Teilungsspindel. Das genauere Studium der Arbeiten lässt uns ersehen, dass die Aussicht ausgeschlossen erscheinen muss, dass bei diesem Vorgange für die Bildung der Furchungsspindel ein einheitlicher Typus sich feststellen liesse; wir dürfen mit Sicherheit behaupten, dass die Unterschiede sich nicht etwa auf eine verschiedene Deutung der Befunde seitens der Autoren zurückführen lassen, sondern dass in der Tat in den Eiern verschiedener Tiere oder bei Anwendung von verschiedenen Agentien, mag der Unterschied in dem Verfahren auch nur ein geringfügiger sein, ein anderer Entwickelungsweg eingeschlagen werden kann, welcher zur Bildung einer mehr oder weniger typischen Furchungsspindel (d. h. einer Furchungsspindel, welche derjenigen in dem befruchteten Ei derselben Tierspezies möglichst nahe käme) führt. Auf Grund der bisherigen Beobachtungen können wir feststellen, dass zunächst die

[1]) Hertwig R.: Über die Entwickelung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschrift für Gegenbaur. II. 1896.

[2]) Morgan T. H.

a) The Production of artificial Astrospheres. Archiv für Entwickelungsmechanik Bd. III. 1896.

b) The action of Salt-Solutions on the Unfertilized and Fertilized Eggs of Arbacia. Archiv für Entwickelungsmechanik Bd. VIII, 3. 1899.

c) Further Studies in the Action of Salt-Solutions and other Agents on the Eggs of Arbacia. Archiv für Entwickelungsmechanik X, 2, 3. 1900.

[3]) E. B. Wilson; Experimental Studies in Cytology. I. A Cytological Study of Artificial Parthenogenesis in Sea-Urchin-Eggs. Archiv für Entwickelungsmechanik der Org. Bd. XII.

[4]) Wassilieff Alexander: Über künstliche Parthenogenesis der Seeigeleier. Biol. Centralbl. Bd. 22. Nr. 24.

Digitized by Google

Bildungsweise der Furchungsspindel sich nicht an die Vorgänge der bei einigen Tieren vorkommenden natürlichen Parthenogenese anlehnen lassen; sodann geben sie uns vorläufig zwei, in den Hauptzügen grundverschiedene Bildungsmodi der Teilungscentren und der Furchungsspindel zu erkennen:

1) Die Arbeiten Morgans und Wilsons beweisen, — darüber kann gegenwärtig kein Zweifel sein — dass die Einleitung der künstlichen Parthenogenese des reifen Seeigeleis bei ihren Untersuchungsmethoden darauf beruht, dass im Protoplasma in grösserer Zahl Strahlungen entstehen, mit distinkten Gebilden in ihrem Centrum, die sich durch Zweiteilung vermehren können und sich durch ihr ganzes Verhalten als Centrosomen dokumentieren. Eine Sphäre mit einem Centrosoma in der Mitte erscheint mit Vorliebe neben dem vorläufig intakten Eikern und durch ihre Teilung geht unter Auflösung der Kernmembran die Bildung der Furchungsspindel hervor, während die anderen Astrosphären mit ihren Centrosomen keine weitere Rolle spielen.

2) Die Arbeiten R. Hertwigs, Wassilieffs und meine Befunde (von dem Augenblick an, wo nach Ausstossung der Richtungskörper sich ein bläschenförmiger Eikern bei Mactra gebildet hat) ergeben, dass das Protoplasma anfangs an den Veränderungen sich nur insofern beteiligt, als eine schwach ausgeprägte, auf den Kern als Ganzes centrierte Strahlung entsteht, dass aber deutliche Veränderungen, welche zur Bildung einer Spindel führen, sich anfangs fast ausschliesslich am Kern abspielen und erst nachträglich das Protoplasma sich daran mitbeteiligt.

In dem einen wie in dem anderen Falle kommt es, wenn sich eine zweipolige, mit Polstrahlung ausgestattete Spindel gebildet hat, zur Teilung des Eis in zwei Furchungszellen.

Wenn wir die künstliche parthenogenetische Entwickelung des Eis mit der Entwickelung des befruchteten Eis vergleichen, so lässt sich nach dem heutigen Stand der Untersuchungen der Unterschied am besten dahin zusammenfassen: „Die befruchtende Wirkung des Spermatozoons beruht auf der Einführung eines Centrosoma. Die parthenogene Wirkung der Loebschen Agentien dagegen liegt darin, dass diese Agentien die Bildung neuer Centren im Eiprotoplasma veranlassen“. (Boveri).

Von den Ergebnissen meiner Untersuchung seien noch einige Punkte speziell betont:

Digitized by Google

Wir haben oben gesehen, dass in den Eiern, welche mit dem KCl-Gemisch behandelt waren, die Reifungsteilungen unter gewissen Bedingungen (vergl. ob.) von Anfang bis zu Ende ganz ebenso verliefen wie in den durch Spermatozoen befruchteten Eiern; es bildeten sich keine künstlichen Astrosphären, es wurden keine neuen Teilungscentren zur Entwickelung gebracht, sondern durch Teilung des am Eikern befindlichen Centriols unter Einfluss des KCl-Gemisches entstanden zwei Strahlungen [1]) ganz wie in den durch Spermatozoen befruchteten Eiern; in dieser Beziehung verhalten sich also die beiden Reize absolut identisch. Dass nach Anwendung des KCl-Gemisches die Ausstossung der Richtungskörper etwas langsamer erfolgte als in befruchteten Eiern ist in Anbetracht der sonst so vollkommenen Übereinstimmung ein nebensächlicher Umstand, zumal da ich nach meinen bisherigen Versuchen allen Grund habe anzunehmen, dass durch entsprechende Wahl der Konzentration des Gemisches und entsprechende Dauer des Aufenthalts der Eier in demselben auch das gleiche Entwickelungstempo sich wird erreichen lassen.

Die Einwirkung des KCl-Gemisches muss also in unseren Versuchen in zwei Momente zerlegt werden: dasselbe vermag erstens die Reifungsteilungen auszulösen; nach deren Beendigung hält aber seine Wirkung an und vermag auch die „befruchtende" Wirkung des Spermatozoons zu ersetzen und die Bildung der Furchungsspindel zu vollbringen. Ich glaube sogar erwarten zu dürfen, dass durch gewisse Modifikationen der Versuche die beiden Momente sich werden vollkommen auseinanderhalten lassen, dass man es durch entsprechende Wahl der Konzentration und der Aufenthaltsdauer wird erreichen können, dass die Eier die beiden Richtungskörper ausstossen und sodann ein ruhender Eikern sich bildet und dass derselbe dann erst neuerlich zur Bildung von Teilungscentren wird angeregt werden müssen, um eine Furchung des Eies zu erzielen.

Die Bildung der Teilungscentren für die Furchungsspindel habe ich oben genauer erörtert. Wir haben gesehen, dass dieselben keines-

[1]) Selbst wenn infolge längeren Verweilens der Eier in stärkerem KCl-Gemisch die Richtungskörper nicht ausgestossen wurden und unter Unterdrückung der Zellleibsteilung pluripolare Mitosen, wie wir sie oben kennen gelernt haben, im Ei entstanden, handelte es sich um eine fortgesetzte Teilung der Centriolen der Richtungsspindeln und ihrer Sphären und nicht um eine Neubildung derselben.

Digitized by Google

wegs, wie man vielleicht erwarten könnte, aus der Zweiteilung des nach Ausstossung des II Richtungskörpers im Ei zurückgebliebenen Centriols entstehen, sondern dass dieselben sich neu herausdifferenzieren, und zwar im innigsten Anschluss an das Kerngerüst, indem dasselbe sich zu einer Spindel umwandelt. Die Bildung dieser „intranucleären Spindel" ohne Polstrahlung, ohne Centralkörner, wo die beiden Pole nur durch die Konvergenz der Spindelfasern sich kennzeichneten, der ganze Ablauf der „intranucleären Karyokinese" bis zur Bildung von zwei Tochterkernen war sicherlich die am meisten überraschende Erscheinung in dem ganzen Verlauf des parthenogenen Entwickelungsprozesses bei Mactra.

Wir haben hier eine Bildungsweise der karyokinetischen Spindel vor uns, welche lebhaft einerseits an die primitiven Formen der Spindelbildung bei den Protozoen (vor allem an die Nebenkernspindeln bei Infusorien), anderseits an die bei einigen Metazoen vorkommenden Richtungsspindeln ohne Centrosomen und Polstrahlung erinnern. Ein Vergleich unserer Figuren mit den in den Arbeiten von R. Hertwig. Maupas, Hoyer u. a. enthaltenen Nebenkernspindeln der Infusorien oder mit den Richtungsspindeln verschiedener Metazoen, wie sie in den Arbeiten von Boveri (Ascaris, Ascidia mentula, Tiara), Carnoy (Triton), Sobotta (Maus, Amphioxus), Rückert (Cyclops), Behrens (Forelle), Helen Dean King (Bufo) u. v. a. abgebildet und beschrieben sind, lässt auf den ersten Blick die geradezu erstaunliche Ähnlichkeit und Übereinstimmung im Bau der ganzen Spindelfigur, bezüglich der Anordnung und des Verlaufs der achromatischen Teile, der Lage der Chromosomen im Bereiche des Spindelkörpers u. s. w. aufs deutlichste erkennen.

Wir haben ferner bei meinen Versuchen gesehen, dass die aus der intranucleären Mitose hervorgegangenen Kerne neuerlich in Chromosomen zerfallen, worauf dann zwischen den Chromosomengruppen eine Strahlung auftritt und sodann eine Plasmamasse, welche sich zur Spindel umgestaltet, deren einzelne Entwickelungsphasen wir oben näher besprochen haben. In Anbetracht der Lage dieser das Anfangsstadium der Spindelbildung darstellenden Masse, welche stets der Stelle entspricht, wo nach Auflösung der Kernmembran der ganze übrige, nicht in Chromosomen übergegangene Teil des Kerninhalts sich mit dem Eiprotoplasma vermengt haben muss, glaube ich der Kernsubstanz oder wenigstens seiner Einwir-

Digitized by Google

kung auf das Protoplasma eine bedeutende Rolle bei der Bildung dieser Spindeln zuschreiben zu müssen. Die ausgebildete Spindel zeigt alle dieselben Merkmale wie eine Furchungsspindel im befruchteten Ei mit der einzigen Ausnahme, dass die feinen Spindelfasern und die zarte Polstrahlung an den beiden Polen zusammenfliessen, ohne dass sich ein besonderes Gebilde, ein Centralkorn, ein Centriol, daselbst nachweisen liesse.

In dieser Beziehung bilden einen Gegensatz zu den Beobachtungen an diesen Eiern, welche bekanntlich zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, die Befunde an den Eiern, bei welchen, wie oben genauer beschrieben, infolge zu langen Aufenthalts in dem KCl-Gemisch, die Ausstossung der Richtungskörper unterblieben ist, in denen aber trotzdem, nachdem die Eier in frisches Meerwasser übertragen wurden, sich noch infolge einer Art Regulation die Furchungsspindel bildete und die Furchung des Eies eintrat. An den Polen dieser Furchungsspindeln und der mitotischen Figuren der ersten Furchungszellen waren typische kleine punktförmige Centralkörner, Centriolen zu sehen.

Ich glaube, dass dieser Unterschied mit der stattgehabten oder unterbliebenen Ausstossung der Richtungskörper in Zusammenhang gebracht werden muss und dass für Mactra wenigstens die Ansicht Boveris, derzufolge nach Ausstossung der Richtungskörper das Eicentrosoma (besser wohl „Eicentriol") degeneriert, durch diese Versuche eine interessante Bestätigung gefunden haben dürfte.

---

10. M. F. TONDERA. **Budowa wewnętrzna pędu winorośli.** ***(Über den inneren Bau des Sprosses von Vitis vinifera L.).*** *(Sur la structure intérieure des sarments de Vigne).* Mémoire présenté par M. J. Rostafiński m. t.

(Planches I, II).

Der äussere Bau des Sprosses von *Vitis vinifera* L. bietet einige auffallende Eigentümlichkeiten, welche seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt haben. Es gehört hierher zum Teil die zweizeilige Anordnung der Blätter, welche bei den Dikotyledonen ungemein selten vorkommt, vornehmlich aber der Umstand, dass die Ranken nicht in den Blattachseln, sondern gegenüber der Ansatzstelle der Blätter auftreten; ausserdem erscheinen die Ranken nicht bei jedem Blatte. Dieselben kommen

Digitized by Google

nämlich gegenüber der Ansatzstelle von je zwei auf einander folgenden Blättern zum Vorschein, bei jedem dritten Blatte fehlen sie (Taf. I. Fig. 1). Bei eingehender Untersuchung der Ranken und ihrer Stellung am Sprosse des Weinstockes gelangt man zu dem Ergebnisse, dass die Stellung der Ranken mit der Stellung der Blütenstände übereinkommt, dass sich sogar Übergangsformen zwischen Ranke und Blütenstand antreffen lassen. Es kommen Ranken vor, an denen einzelne Weinbeeren sich vorfinden und umgekehrt gestalten sich stellenweise die untersten Verzweigungen des Blütenstandes in gut entwickelte Ranken um. Auf Grund dieser Beobachtung wurde daher die Ranke als ein metamorphosierter Blütenstand angesehen.

Die Hauptsprosse des Weinstockes oder die Lotten besitzen infolge der eigentümlichen Stellung der Blütenstände oder der Ranken einen sympodialen Bau. Jedes Stengelglied der Lotte läuft in eine Ranke aus, der Achselspross entwickelt sich dagegen so kräftig, dass derselbe in der Verlängerung des unteren Stengelgliedes zu stehen kommt; in seiner Achsel dagegen wächst aus einer Beiknospe ein Seitenspross, Geize genannt, hervor. Die Ranke, welche die Verlängerung des Hauptsprosses bildet, wird zur Seite gedrängt und nimmt die Stellung eines scheinbar dem Blatte gegenüberstehenden Sprosses ein. Die Auffassung des sympodialen Baues der Lotten und Geizen wurde von A. W. Eichler angenommen. Die ältere Ansicht von E. Prillieux, nach welcher in jedem Stengelknoten der Lotte eine Bifurkation des Hauptsprosses eintreten soll, d. h. der Hauptspross sich in zwei gleichwertige Teilsprosse gabelt, wird durch die Annahme begründet, dass an den Sprossen mit zweizeilig gestellten Blättern die Blätter der Achselsprosse kreuzweise gegen die Blätter des Hauptsprosses angeordnet sind, was an den Lotten nicht zum Vorschein kommt. Dass die Anordnung der Blätter nicht zweizeilig ist, demnach dem einfachen Divergenzwinkel $^1/_2$ nicht entspricht, werde ich unten nachweisen.

Wird die eine oder die andere Erklärung der Zusammensetzung des Sprosses von *Vitis vinifera* angenommen, so bleibt doch immer ein nicht gelöstes Rätsel übrig, warum nämlich bei jedem dritten Blatte die Ranke fehlt. Die Annahme von Eichler entspricht durchwegs dem wirklichen Baue des Sprosses von *Vitis vinifera*. Die Annahme aber, dass in jedem dritten Stengelknoten der Bau des Stengels monopodial, in allen anderen Stengelknoten aber sympodial sein kann, ist zu willkürlich, somit nicht wissenschaftlich.

Digitized by Google

Wenn man aber nur die äusseren Merkmale zu Hilfe zieht, lässt sich auf diese Frage nur die obige willkürliche Erklärung geben; ganz anders verhält sich dagegen diese Angelegenheit, wenn man die innere Beschaffenheit des Stengels, vornehmlich aber den Verlauf der Gefässbündel und ihre Stellung gegenüber der Ranke in Betracht zieht. Aus der Untersuchung des inneren Stengelbaues ergibt sich nämlich, dass die Blätter nicht zweizeilig angeordnet sind und dass mit der Anordnung der Blätter das Fehlen der Ranke bei jedem dritten Blatte in innigem Zusammenhange steht.

Die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen will ich nachstehend in Kürze bekanntgeben.

Am Querschnitte, welcher aus der Mitte des Stengelgliedes eines jungen, einjährigen Sprosses genommen ist, beobachtet man im Grundparenchym einen geschlossenen Bündelring, dessen Gefässbündel eine beinahe gleich starke Entwickelung aufweisen.

Nähert man sich von unten bei der Untersuchung der Querschnitte einem Stengelknoten, so findet man, dass dicht unter demselben diejenigen Gefässbündel des Bündelringes, welche den Stengelkanten entsprechen, in ihrem Gefässteile eine grünlichbraune Färbung aufweisen und sich dadurch von anderen Gefässbündeln auffallend abheben. Bald nehmen diese Gefässbündel an Grösse zu, verlassen den Bündelring, indem sie in dem Rindenparenchym ausserhalb des Bündelringes Platz nehmen, und gehen aus der vertikalen in die horizontale Richtung über, wobei sie alle gegen die Ansatzstelle des Blattes konvergieren. Diese Bündel bilden die Blattspurstränge des nächstfolgenden Blattes. Mit Hilfe der Mazeration lässt sich der weitere Verlauf derselben genau verfolgen.

Die Anzahl der Blattspurstränge eines jeden Blattes umfasst in der Regel fünf Bündel (Taf. I. Fig. 3. 4, 5); stellenweise spalten sich ein oder zwei Bündel in zwei nebenläufige kleinere Bündel (Taf. II. Fig. 12).

Vergleicht man die Anordnung der fünf Blattspurstränge um die Medianen der Tragblätter, so findet man, dass die Verteilung derselben bei verschiedenen Blättern verschieden ist, und zwar bei drei aufeinanderfolgenden Blättern niemals übereinstimmt, bei den folgenden drei Blättern dagegen sich in derselben Reihenfolge genau wiederholt.

Bei der Untersuchung der Querschnitte, die aus dem Stengelgliede *r* (Taf. I. Fig. 1) genommen sind, findet man in der Nähe des

Digitized by Google

Stengelknotens fünf Blattspurstränge, deren Anordnung gegen die Mediane des Blattes symmetrisch ist (Taf. II. Fig. 11). Der Blattspurstrang *c* liegt in der Mediane, die vier übrigen *a, b, e, d* sind zu zwei Seiten derselben in analoger Entfernung gestellt. Sie verlassen unter dem Stengelknoten den Bündelring (Taf. I. Fig. 3) und verbinden sich an der Ansatzstelle des Blattes (Taf. I. Fig. 2, *a*) zu einem Ring, aus welchem erst die Bündel des Blattstieles entspringen.

Dicht unter dem Stengelknoten teilen sich die Bündel des Bündelringes, die zwischen *a* und *e* stehen, in zahlreiche kleinere Bündel, um in die Ranke *w* einzutreten; die gegenüberliegenden Bündel aber, die neben dem Blattspurstrange *c* stehen, bilden die Beiknospe *p* (Taf. I. Fig. 3).

Man bemerkt in diesem sowie in allen übrigen Stengelknoten, dass die Ebenen, an welchen die zweizeilig angeordneten Beiknospen und die gegenüberstehenden Ranken hervorwachsen, nicht den Winkel von 180°, sondern von 168° einschliessen, also gegeneinander geneigt sind, somit die Beiknospe und die Ranke sich nicht genau gegenüberstehen. Am Querschnitte des oberen Teiles des nächstoberen Stengelgliedes *s* (Taf. I. 1) entspricht die Anordnung der Blattspurstränge der Fig. 4 (Taf. I. [1]). In der Mediane des Blattes findet man in diesem Falle keinen Blattspurstrang; von den zwei Strängen, die neben der Mediane des Blattes, daher auch neben der Beiknospe *p* stehen, ist der Strang *e'* näher als *a'*; auch die Stränge *b' c' d'* sind asymmetrisch um die Mediane gestellt. Die Ranke entsteht zwischen den Bündeln *b'* und *e'*. Den weiteren Verlauf und die Art der Verbindung dieser Blattspurstränge ersieht man aus der Fig. 1, *β*. Taf. II. (Taf. I, 2. *b*.).

Unter dem dritten Stengelknoten *c* (Taf. I. 1) ist die Anordnung der Blattspurstränge beinahe eine umgekehrte zur Stellung derselben im zweiten Stengelknoten. Diese Anordnung stellen die Figuren Taf. I. 5 und Taf. I. 2, *c*, endlich Taf. II. 1, *γ* dar. Betrachtet man die Figur 4 und 5 (Taf. I.) von der Seite der Beiknospe, so findet man, dass nicht der rechte Blattspurstrang *e'*, sondern der linke *c''* der Beiknospe näher steht, die übrigen Blattspurstränge auch asymmetrisch angeordnet sind, dass schliesslich in diesem Falle keine Ranke vorhanden ist, da dieselbe an der Stelle *e''*, wo ein Blattspurstrang auftritt, erscheinen sollte.

[1]) Diese Figur ist behufs bequemerer Vergleichung mit den Figuren 3 und 5 um 180° gedreht.

Digitized by Google

Die geschilderte Anordnung der Blattspurstränge wiederholt sich in derselben Reihenfolge in den folgenden drei Stengelknoten.

Man ersieht aus dieser Darstellung, dass die Ranke nur in denjenigen Stengelknoten zum Vorschein kommt, in welchen die Lage derselben mit der Stellung eines Blattspurstranges nicht übereinstimmt, was in drei Stengelknoten nur zweimal vorkommt.

Dieselben Verhältnisse habe ich in der Anordnung der Blattspurstränge im Stengel von *Ampelopsis hederacea* W. gefunden. Bei dieser Art kommt die Ranke in jedem dritten Stengelknoten ebenfalls nicht zum Vorschein.

Die Ursache der ungleichen Anordnung der Blattspurstränge an der Ansatzstelle der aufeinanderfolgenden Blätter ist in diesem Umstande zu finden, dass die Beiknospen und die gegenüberstehenden Ranken zweizeilig hervorwachsen, die Anzahl der Blattspurstränge aber unpaarig ist, demnach die Blätter nicht in zwei Orthostichen angeordnet sind. Die Blattspurstränge des oberen Stengelgliedes weichen von denen des unteren Stengelgliedes um $^1/_{30}$ des ganzen Umfanges ab, daher die Divergenz der Blätter $^7/_{15}$ betragen muss.

Die schematischen Bilder 2—10 der Tafel II. gestatten eine nähere Einsicht in das wechselseitige Verhältnis der Blattspurstränge, der Beiknospen und der Ranken des Sprosses von *Vitis vinifera*.

Nimmt man vorläufig die Blattspurstränge α, β, γ, δ, ε (Taf. II. 2) als unbeweglich an, so findet man in dem Stengelknoten *a* (Taf. I. 1, 2) die Beiknospe bei δ, die Ranke dagegen bei *b* ($\alpha = 168^0$), also die Aufstellung, die in der Figur Taf. II. 5 und Taf. I. 3 dargestellt ist (Vergl. Taf. II. Fig. 1, α).

Im nächstfolgenden Stengelknoten *b* (Taf I. 1, 2) erscheint die Beiknospe über der Ranke des unteren Knotens bei *b* (Taf. II. Fig. 2), die Ranke dagegen bei *c*, wie die Fig. 7. Taf. II. darstellt (Vergl. auch Taf. I. 4).

Im dritten Stengelknoten *c* (Taf. I. 7, 2) wächst die Beiknospe über der Ranke des unteren Knotens in *c* (Taf. II. Fig. 2) hervor; die Ranke sollte jetzt bei α erscheinen, bleibt aber aus, weil sie mit dem Blattspurstrang α zusammenkommt (Taf. II. Fig. 9, Taf. I. 5).

Im vierten Stengelknoten *d* (Taf. I. 1) wiederholt sich die Anordnung der Blattspurstränge des ersten Knotens *a*. Die Beiknospe erscheint jetzt bei α, die Ranke bei *d* (Taf. II. 2).

Auf diese Weise lassen sich beim weiteren Verfahren alle Stellun-

Digitized by Google

gen der Beiknospen und der Ranken auffinden bis zur Wiederholung, welche mit der Beiknospe bei δ beginnt. Man findet dabei den oben angegebenen Divergenzwinkel $^7/_{15}$ für die Sprosse des Weinstocks, nicht aber den Winkel $^1/_2$, was bislang angenommen wurde.

Berücksichtigt man in allen angeführten Fällen die Verschiebung der Blattspurstränge in jedem nächstfolgenden Stengelgliede, so ergeben sich daraus die Bilder 6, 8, 10 (Taf. II.), welche die natürliche Lage der in den Figuren 5, 7, 9 auftretenden Anordnungen darstellen.

Die Verschiebung der Blattspurstränge wird dadurch hervorgerufen, dass die Rolle der Blattspurstränge des unteren Stengelgliedes die nebenstehenden Gefässbündel des Bündelringes übernehmen. Demnach stehen die Kanten des oberen Stengelgliedes nicht in der Verlängerung der unteren Stengelkanten, sie sind gegen dieselben verschoben. Die Folge davon ist, dass die Blätter scheinbar in zwei Orthostichen zu stehen kommen; tatsächlich steht nur jedes dritte Blatt in der Orthostiche, die übrigen Blätter wachsen links oder rechts von derselben hervor.

Aus der angeführten Erörterung leuchtet ein, dass dieselbe Anordnung der Blattspurstränge sich bei jedem dritten Blatte wiederholt, dass auch in allen diesen Fällen, wo der Blattspurstrang mit der Stellung der Ranke zusammenkommt, dieselbe fehlt, da sie nur aus den Gefässbündeln des Bündelringes entsteht, welche zwischen den Blattspursträngen stehen, somit in dieser Stellung zwei schwache Ranken zu zwei Seiten des Blattspurstranges entstehen müssten, was niemals zum Vorschein kommt.

Die Erscheinung, dass ein Blattspurstrang ein Hindernis in der Entwickelung der seitwärts gerichteten Sprosse bildet, kommt noch auffallender an den Sprossen von *Ampelopsis hederacea* W. zum Vorschein, an welchen nicht nur die Ranke eines Knotens, sondern auch die Achselknospe des nächstoberen Knotens verschwindet, weil diese beiden Sprosse an derselben Orthostiche stehen, somit durch denselben Blattspurstrang in der Entwickelung verhindert sind.

Digitized by Google

11 M. S. ZAREMBA m. c. **Odpowiedź na uwagi prof. Natansona nad teoryą zjawiska zluźniania.** ***(Réponse aux remarques de M. Natanson sur la théorie de la relaxation).***

Nr. 1. La communication de décembre 1903 de M. Natanson (Remarques sur la théorie de la relaxation) est consacrée à l'examen du mémoire intitulé „Sur une généralisation de la théorie classique de la viscosité" que j'ai présenté à l'Académie, à la Séance de juin de la même année.

Voici les points sur lesquels portent les considérations développées par M Natanson:

1-o. Il se propose d'établir que le raisonnement au moyen duquel j'obtiens les équations (34) p. 398 de mon mémoire en partant des équations (28) p. 395 du même mémoire est erroné et que le résultat auquel j'arrive est faux;

2-o. Il cherche à montrer que le terme

$$\frac{p_m - p}{T^v},$$

terme qui, comme je l'ai établi, aurait dû entrer dans les équations proposées par lui si ces équations avaient été déduites méthodiquement des hypothèses que lui-même avait admises, est probablement sans importance;

3-o. Il insiste longuement sur la similitude qui existe entre la théorie que j'ai développée et celle que lui-même avait proposée dans son mémoire de février 1901: „Sur les lois de la viscosité";

4-o. Il soutient que je lui ai reproché à tort de ne pas avoir compris la nature physique de la quantité p.

Les affirmations de M. Natanson sont dépourvues de tout fondement, la chose est même parfaitement évidente; mais à cause de l'obscurité avec laquelle il développe ses objections, on pourrait ne pas apercevoir immédiatement les points précis où il se trompe. Il ne sera donc pas inutile de mettre ces points nettement en évidence.

Nr. 2. Occupons-nous d'abord du premier point. D'après M. Natanson l'erreur qu'il m'attribue se serait manifestée (voir les formules (12) et (13) de la p. 786 de ses „Remarques") en ce que j'aurais obtenu la formule suivante

$$\lambda_0 = \lambda T \tag{1}$$

Digitized by Google

alors que la formule exacte serait celle-ci

$$\lambda_0 = (\lambda - h)\, T. \tag{2}$$

Je dois faire observer que M. Natanson se méprend d'une étrange façon en me prêtant la formule (1). A la page 398 du mémoire analysé par M. Natanson, je m'exprime en ces termes: ...„Voyons maintenant à quelles équations-limite on arrive en faisant tendre T vers zéro. Les produits $T\lambda$ et $T\mu$ pourront tendre alors vers des limites λ_0 et μ_0 non nécessairement nulles...". Par conséquent voici la formule que j'énonce:

$$\lambda = \lim_{T=0} (\lambda T) \tag{3}$$

formule essentiellement différente de celle que m'attribue M. Natanson.

J'ajoute que, d'après la définition de la quantité h donnée par M. Natanson (équation (18) p. 775 de ses „Remarques") cette quantité resterait finie si l'on faisait tendre T vers zéro. On aurait donc

$$\lim_{T=0} \{(\lambda - h)\, T\} = \lim_{T=0} (\lambda T)$$

ce qui prouve que M. Natanson aurait obtenu lui-même la formule (3) que je donne si, au lieu de considérer la formule (2), laquelle évidemment ne répond pas à la question, il avait considéré la forme-limite de cette formule pour $T = 0$.

M. Natanson ne se borne pas à m'attribuer, contrairement à l'évidence même, une formule que je n'ai jamais donnée et à lui opposer une formule différente, laquelle d'ailleurs, comme on vient de le voir, ne peut pas, ne fût-ce qu'à cause de la forme qu'elle a, convenir à la question; il essaye de faire une critique directe de mon raisonnement. Le lecteur verra non sans surprise que, dans cette critique, M. Natanson se place à un point de vue inconciliable avec celui qu'il avait adopté en opposant l'une à l'autre les formules (1) et (2). En effet, en développant cette critique, M. Natanson fait tendre T vers zéro; c'est même pour cela que nous sommes obligés de l'examiner de plus près. Selon M. Natanson (je conserve les notations de mon mémoire de juin 1903) les valeurs des quantités

$$\lim_{T=0} \left\{ \left(\frac{\partial p_{xx}}{\partial t} + u \frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + v \frac{\partial p_{xx}}{\partial y} + w \frac{\partial p_{xx}}{\partial z} \right) T \right\}; \quad \text{etc.} \tag{4}$$

devraient, contrairement à ce que j'ai admis, être regardées comme différentes de zéro. Si M. Natanson avait voulu prouver que la

Digitized by Google

théorie classique n'est pas un cas-limite de celle que j'ai développée, son objection, sans être fondée, aurait cependant une certaine portée. Mais son idée est toute différente; en effet il s'exprime à la page 786 de ses „Remarques" dans les termes suivants: „Voici maintenant quelle est la solution correcte du problème que s'est proposé M. Zaremba"... M. Natanson ne met donc pas en doute la possibilité du passage à la limite que j'ai considéré; il me reproche seulement de l'avoir effectué d'une façon incorrecte.

Cela posé je fais la remarque suivante: si l'on admet que la théorie classique de la viscosité soit comprise comme cas-limite dans celle qui a fait l'objet de mon mémoire, l'hypothèse que les quantités (4) sont égales à zéro est inévitable. En effet les méthodes générales de la mécanique ne sont applicables que dans le cas où les fonctions p_{xx}, p_{yy}, ... u, v, w sont dérivables pour toutes les valeurs des variables x, y, z, t, en exceptant, tout au plus, seulement celles qui correspondent à des points situés sur certaines surfaces singulières lesquelles seront d'ailleurs en général variables avec le temps t. Donc les expressions telles que l'expression suivante:

$$\frac{\partial p_{xx}}{\partial t} + u\,\frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + v\,\frac{\partial p_{xx}}{\partial y} + w\,\frac{\partial p_{xx}}{\partial z}$$

devront être finies partout où les équations de l'hydrodynamique seront applicables et par conséquent, les expressions (4) auront bien la valeur zéro.

Voyons de quelle façon M. Natanson arrive à un résultat opposé. Il part (voir l'équation (3) p. 784 de sa communication) de l'équation suivante

$$T\,\frac{dp}{dt} = -\left((\lambda + \tfrac{2}{3}\,\mu)\,T\right)\frac{d_1\,[\Theta^*]}{dt} \tag{5}$$

et il admet dans son raisonnement que la quantité

$$\lim_{T=0}\left\{\frac{d_1\,[\Theta^*]}{dt}\right\} \tag{6}$$

est différente de zéro. La définition donnée par M. Natanson (voir p. 772—773) du symbole

$$\frac{[d_1\,\Theta^*]}{dt} \tag{7}$$

constitue un contre-sens.

Digitized by Google

En effet le symbole d_1 que M. Natanson emploie dans le sens que je lui ai donné (voir vers le bas de la p. 392 de mon mémoire) sert à indiquer l'accroissement qu'éprouverait une quantité relative à l'état intérieur du fluide de l'époque t à l'époque $t + dt$ dans le cas où, pendant ce temps. le fluide se comporterait comme un solide fictif isotrope parfaitement élastique, dont l'état de tension intérieure à l'époque t coïnciderait avec celui qui règne réellement dans le fluide et qui, de l'époque t à l'époque $t + dt$, se déformerait comme se déforme pendant ce temps le fluide dans le mouvement réel qu'il a. D'après la définition précédente, admise par M. Natanson et par moi, le symbole d_1 n'est nullement applicable à toute quantité de quelque nature qu'elle soit; au contraire l'emploi de ce symbole est strictement limité aux quantités qui se rapportent au corps fictif et sous la condition expresse que l'état de ce corps fictif à l'époque t se trouve dans la relation spécifiée plus haut avec l'état réel du fluide à l'époque t. Or le symbole [ ], d'après la définition qu'en donne M. Natanson. (voir les trois dernières lignes de la p. 772 de ses „Remarques") représente un effet dû à un phénomène de relaxation que l'on doit se figurer comme s'étant produit dans le sein du fluide postérieurement à l'époque t, époque initiale de la variation que l'on veut considérer. Il résulte de là que l'expression $[\Theta^*]$ est de celles auxquelles le symbole d_1 n'est pas applicable. Par conséquent le symbole $d_1 [\Theta^*]$ implique une contradiction interne. Il est donc prouvé qu'il est impossible d'attribuer un sens quelconque à l'équation (5) laquelle dès lors ne peut servir de base à la démonstration de quoi que ce soit.

Indépendamment de ce qui précède, une autre méprise se trouve à la base des considérations de M. Natanson: il renverse l'ordre logique de l'enchaînement des choses dans la théorie qu'il examine. En réalité, ainsi que je l'ai expliqué dans le mémoire cité au début, la détermination des quantités p_{xx} etc. dépend des équations (8) et (28) (p. 384 et p. 395) de mon mémoire et nullement des équations (11) et (26) (p. 386 et p. 395) lesquelles contiennent des quantités qui ne peuvent être déterminées qu'après avoir résolu les équations (8) et (28). Or le raisonnement de M. Natanson implique que c'est l'inverse qui a lieu.

Nr. 3. Passons au second point. M. Natanson, pour atténuer l'importance du terme

Digitized by Google

$$\frac{p_m - p}{T'}$$

introduit une nouvelle hypothèse (D) qui conduirait à la relation

$$p_m - p = 0.$$

Afin de donner quelque vraisemblance à cette hypothèse, dont il donne d'ailleurs un énoncé qui est loin d'être clair, M. Natanson s'efforce d'en faire ressortir l'analogie avec une autre hypothèse qui, sans jamais avoir été admise universellement, a cependant été considérée comme vraisemblable par quelque savants illustres. Il va sans dire que les considérations de M. Natanson ne sauraient prévaloir contre ce fait évident que la question de l'importance du terme

$$\frac{p_m - p}{T'}$$

ne relève que de l'expérience seule.

D'ailleurs, et cela est essentiel, du moment que M. Natanson estime lui-même qu'il faut adjoindre aux hypothèses qu'il a prises pour base des considérations qu'il développe dans son mémoire „Sur les lois de la viscosité" une hypothèse additionnelle (D) pour que le terme

$$\frac{p_m - p}{T'}$$

disparaisse, il reconnaît par cela-même le bien-fondé du reproche que je lui ai adressé à ce sujet. A la vérité M. Natanson dit à la p. 781 de ses „Remarques" que l'hypothèse (D) est énoncée et adoptée dans son mémoire „Sur les lois de la viscosité"; il ajoute seulement qu'elle n'est pas introduite à l'endroit voulu. Voici ce qu'il en est en réalité: c'est seulement en passant que M. Natanson envisage l'hypothèse $h = k$ laquelle peut en effet être considérée comme équivalente à l'hypothèse (D), mais ce qui lui échappe dans le mémoire „Sur les lois de la viscosité" et ce que j'ai signalé comme une erreur, c'est la nécessité où l'on se trouve d'introduire quelque hypothèse additionnelle si l'on veut que le terme

$$\frac{p_m - p}{T'}$$

disparaisse des équations définitives.

Nr. 4. Passons maintenant au troisième point. J'ai dit explicitement dans mon mémoire de Juin 1903 „Sur une généralisation de

Digitized by Google

la théorie classique de la viscosité" (voir l'Introduction) que je me proposais de poursuivre correctement les conséquences logiques des hypothèses prises par M. Natanson pour base de sa théorie, en me bornant simplement à donner à ces hypothèses une précision qu'elles n'ont pas dans le travail de M. Natanson. Dans ces conditions mon mémoire ne pouvait se distinguer de celui de M. Natanson que par l'absence des erreurs que j'ai relevées dans son travail. Cela est d'autant plus vrai que. dans le but critique que je m'étais proposé, je me suis écarté le moins possible du mode d'exposition de M. Natanson. A la vérité la similitude des deux travaux est, dans le fond, loin d'être aussi grande que ne le croit M. Natanson, mais fut-elle très grande que la chose ne pourrait en aucune façon être considérée comme étrange.

Je tiens à ajouter que, dans mon mémoire „Sur une forme perfectionnée de la théorie de la relaxation" (séance d'Octobre 1903) j'ai montré qu'une théorie satisfaisante de la relaxation doit être construite sur une base toute différente de celle qui sert de point de départ au travail de M. Natanson et que j'avais adoptée moi-même dans mon mémoire de Juin 1903. Ceci se rattache à la première note au bas de la page 771 des „Remarques" de M. Natanson. Dans cette note, il promet de montrer plus tard que la notion du corps fictif n'est „nullement indispensable" et qu'elle „peut même devenir dangereuse". Les inconvénients de l'introduction de cette notion sont déjà bien connus. En effet dans mon mémoire d'Octobre 1903, cité quelques lignes plus haut, j'ai fait remarquer qu'il n'est pas permis de supposer, dans le cas général, que l'état de tension intérieure d'un fluide soit à chaque instant identique à celui qui règnerait à l'intérieur d'un solide élastique et isotrope soumis à une déformation convenable. Ceci revient à dire que, dans le cas général, l'introduction du corps fictif n'est pas légitime, ou encore que la notion de ce que M. Natanson représente par les symboles (2) p. 103 de son mémoire de Février 1901, conduit à une contradiction. Pour bien mettre en évidence ce fait que l'introduction des quantités dont il vient d'être question équivaut à celle du corps fictif, je ferai remarquer que M. Natanson dit à la p. 103 de son mémoire de Février 1901, en parlant de ces quantités, que „leurs relations mutuelles sont les mêmes que celles auxquelles les variables apparentes sont assujetties". Or j'ai montré, dans le mémoire d'Octobre 1903 „Sur une forme perfectionnée de la théorie de la

Digitized by Google

relaxation", que ce sont précisement ces relations, celles-là même dont parle M. Natanson, qui constituent la source de toute la difficulté.

Nr. 5. Il me reste quelques mots à dire au sujet du quatrième point. J'ai prouvé dans mon mémoire de Juin 1903 „Sur une généralisation de la théorie classique de la viscosité" que la notion même de la quantité p implique déjà l'existence de l'équation caractéristique [1]). Par conséquent des considérations dont le but n'est pas de démontrer ce fait et qui cessent d'avoir un sens dès qu'on l'admet, témoignent de la méconnaissance de la nature de la quantité p. C'est précisément le cas des considérations du § 5 du mémoire de Février 1901 de M. Natanson. En effet la lecture de ce paragraphe nous apprend que selon lui l'équation caractéristique ne pourrait apparaître que comme une conséquence d'une hypothèse additionnelle. C'est une erreur et c'est elle que j'ai relevée en disant que M. Natanson n'avait pas reconnu la véritable nature de la quantité p.

---

12. M. LADISLAS NATANSON m. t. **Uwagi nad pracami prof. Zaremby, tyczącemi się teoryi podwójnego załamania światła w cieczach odkształcanych.** ***(Remarques sur les travaux de M. Zaremba relatifs à la théorie de la double réfraction accidentelle dans les liquides).***

§ 1. Pour étudier la double réfraction accidentelle dans les liquides, on se sert habituellement de la méthode expérimentale bien connue dont le principe est dû à Maxwell et qui a été ensuite développée par Kundt. M. Zaremba s'est proposé de donner la théorie de cette expérience dans son Mémoire „Sur un problème d'hydrodynamique etc.", présenté à l'Académie dans la séance du 8. Juin 1903 [2]); partout où j'aurai l'occasion de la citer, je désignerai cette Communication sous le nom de Mémoire A de M. Zaremba. L'étude du même problème a été reprise ensuite par M. Zaremba dans le Chapitre III [3]) du Mémoire „Sur une

[1]) Je rappelle que dans le travail de M. Natanson comme dans le mien, on a fait abstraction de l'influence à distance que pourraient exercer les éléments du fluide sur leurs états physiques respectifs.

[2]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1903, p. 403.

[3]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1903, p. 611.

Digitized by Google

forme perfectionnée de la théorie de la relaxation", présenté à l'Académie dans la séance du 12. Octobre 1903; je désignerai cette deuxième Communication sous le nom de Mémoire *B* de M. Zaremba.

Le résultat essentiel du Mémoire *A* de M. Zaremba est fourni par les équations [1]) suivantes:

$$(1a) \qquad (P-H)\frac{q}{r} - \mu\left(\frac{q}{r} - \frac{dq}{dr}\right) + \frac{Q}{T} = 0$$

$$(1b) \qquad 4Q\frac{q}{r} - \frac{P-H}{T} = 0.$$

Elles font partie du système (22), page 413, du Mémoire *A* de M. Zaremba. Je ne m'occuperai pas ici de la troisième équation du même système; j'ai démontré dans une Note récente [2]) que la signification de cette équation est tout-à-fait différente de celle que lui attribue M. Zaremba.

Les équations correspondantes du Mémoire *B* de M. Zaremba sont les deux premières équations du système (4), page 612; les voici:

$$(2a) \qquad \mu r\frac{d\varphi}{dr} - \tfrac{1}{2}(P-H)\,r\frac{d\varphi}{dr} + \frac{Q}{T} = 0$$

$$(2b) \qquad \frac{P-H}{2T} + Qr\frac{d\varphi}{dr} = 0.$$

Le symbole φ que contiennent ces équations est défini par l'égalité

$$(3) \qquad q = r\varphi$$

que l'on trouve également à la page 612 du Bulletin; on a donc:

$$(4) \qquad r\frac{d\varphi}{dr} = \frac{dq}{dr} - \frac{q}{r};$$

par conséquent les équations (1a) et (1b) ne pourraient être considérées comme équivalentes aux équations (2a) et (2b) que dans le cas où il serait légitime de substituer l'expression

$$(5) \qquad -\tfrac{1}{2}r\frac{d}{dr}\left(\frac{q}{r}\right) = \tfrac{1}{2}\left(\frac{q}{r} - \frac{dq}{dr}\right)$$

[1]) Pour l'explication des notations adoptées, on voudra bien se reporter aux Mémoires cités.

[2]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et Nat., Année 1903, p. 781—783.

Digitized by Google

à l'expression

$$\frac{q}{r} \tag{6}$$

dans les équations en question; or ces expressions, il est à peine utile de le dire, sont tout à fait différentes.

Calculons en particulier les valeurs que prennent, d'après les équations (1) d'une part et, d'autre part, d'après les équations (2), les quantités suivantes:

$$Q \quad \text{et} \quad \frac{P-H}{Q}. \tag{7}$$

D'après les équations (1) tirées du Mémoire A de M. Zaremba, on a

$$Q\left\{1+4\frac{q^2}{r^2}T^2\right\}=-\left(\frac{dq}{dr}-\frac{q}{r}\right)\mu T \tag{8a}$$

$$\frac{P-H}{Q}=4\frac{q}{r}T. \tag{8b}$$

Les équations (2), tirées de Mémoire B, nous donnent:

$$Q\left\{1+\left(\frac{dq}{dr}-\frac{q}{r}\right)^2T^2\right\}=-\left(\frac{dq}{dr}-\frac{q}{r}\right)\mu T \tag{9a}$$

$$\frac{P-H}{Q}=-2\left(\frac{dq}{dr}-\frac{q}{r}\right)T. \tag{9b}$$

Les quantités Q et $(P-H)/Q$ sont précisément celles qu'il y a lieu de calculer lorsqu'on se propose d'appliquer la Théorie de la Relaxation à l'étude théorique des observations effectuées jusqu'à présent sur la double réfraction accidentelle dans les liquides. En effet, si l'on désigne par γ_{rq}^* la composante de la déformation véritable représentée par le même symbole dans mon Mémoire „Sur une particularité de la double réfraction accidentelle etc." (présenté à l'Académie le 11. Janvier 1904 [1])), on peut écrire

$$Q=-\mu\gamma_{rq}^* \tag{10}$$

et cette équation nous apprend [2]) que, pour calculer la différence

[1]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et Nat., Année 1904, p. 1.

[2]) Voir à ce sujet une Note que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, si elle veut bien le permettre, dans une de ses prochaines séances.

Digitized by Google

de marche du rayon ordinaire et du rayon extraordinaire, dans l'expérience de Maxwell et de Kundt, il faut calculer la quantité Q; dans ce but il faudra avoir recours soit à l'équation (8a), soit à l'équation (9a). D'autre part, les formules (17) et (18) du Mémoire A de M. Zaremba ainsi que les équations (8) du § 6. et (7a) du § 3. de mon Mémoire du 11. Janvier 1904 (que je viens de citer) permettent facilement de prouver que l'on a

$$P - H = -2\mu(\varepsilon_r^* - \varepsilon_q^*); \tag{11}$$

il résulte par conséquent de l'équation (5) du § 2 du même Mémoire que l'on a

$$2 \operatorname{cotg} 2\chi = \mp \frac{P - H}{Q}. \tag{12}$$

L'évaluation de l'angle χ mesuré, dans le cas de certains liquides, par Kundt et récemment par M. C. Zakrzewski, demande donc la connaissance de la valeur du rapport $(P - H)/Q$; pour y arriver, il faudra s'adresser soit à l'équation (8b), soit à l'équation (9b).

Supposons, par exemple, que l'on désire déduire la valeur de l'angle χ des considérations théoriques exposées dans les Mémoires de M. Zaremba. Si l'on adopte les résultats du Mémoire A, on aura, d'après (12) et (8b),

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \mp 2 \frac{q}{r} T. \tag{13}$$

Si l'on admet les résultats auxquels M. Zaremba parvient dans le Mémoire B, il faudra écrire

$$\operatorname{cotg} 2\chi = \pm \left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r} \right) T \tag{14}$$

ainsi que le montrent les équations (12) et (9b). Or ces résultats (13) et (14) sont non seulement différents; il sont contradictoires. Pour mettre ce point en évidence supposons que l'une des parois cylindriques entre lesquelles le liquide est placé soit immobile[1]) et proposons nous de calculer la valeur χ_0 que doit prendre l'angle χ, d'après (13) et (14), dans le voisinage immédiat de la

[1]) Cette hypothèse est conforme aux conditions expérimentales dans lesquelles se sont placés Kundt et M. C. Zakrzewski.

Digitized by Google

paroi immobile. Il résulte de l'équation (13) que l'on a dans ces conditions

$$\operatorname{cotg} 2\,\chi_0 = 0\,; \tag{15}$$

au contraire l'équation (14) donne, pour la même quantité, une valeur différente de zéro et absolument du même ordre de grandeur que celles que l'on obtient pour l'intérieur du liquide [1]).

Pour abréger l'écriture, posons

$$+2\,\frac{q}{r}\,T = \zeta \quad \text{et} \quad -\left(\frac{dq}{dr} - \frac{q}{r}\right) T = z. \tag{16}$$

Peut-être croira-t-on que, dans la pensée de M. Zaremba, l'une des deux quantités ζ et z représente la valeur exacte d'un certain élément du problème (à savoir de $\mp \operatorname{cotg} 2\chi$) et l'autre sa valeur approchée. Adoptons cette manière de voir et considérons les rapports

$$\varepsilon' = \frac{z - \zeta}{\zeta} \quad \text{et} \quad \varepsilon'' = \frac{z - \zeta}{z}. \tag{17}$$

Dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, les rapports ε' et ε'' représentent les erreurs relatives que l'on commet en adoptant, au lieu de celle des deux quantités ζ et z qui est la valeur exacte de $\mp \operatorname{cotg} 2\chi$, l'autre quantité qui représente la valeur approchée du même élément.

Supposons, comme nous l'avons fait tout à l'heure, que l'une des parois entre lesquelles le liquide est placé soit immobile. Dans ce cas, l'erreur relative ε' calculée dans le voisinage immédiat de la paroi immobile, doit croître indéfiniment à mesure que l'on s'approche de la paroi; l'erreur relative ε'' en même temps doit tendre vers la valeur 1; à la limite nous aurons:

$$\operatorname{Lim}(\varepsilon') = \infty \quad ; \quad \operatorname{Lim}(\varepsilon'') = 1\,; \tag{18}$$

cela résulte immédiatement des conditions relatives au contact du liquide avec les parois qui le contiennent. conditions que M. Zaremba a énoncées et adoptées à la page 415 de son Mémoire *A*. Le lecteur jugera si de telles valeurs des erreurs ε' et ε'' sont admissibles.

§ 2. Soient a et b les rayons du cylindre intérieur et du cy-

[1]) Voir au § 7 de mon Mémoire cité plus haut du 11 Janvier 1904.

Digitized by Google

lindre extérieur; soient σ_a et σ_b leurs vitesses angulaires. Nous poserons

(1) $$\sigma_b = 0;$$

c'est le cas réalisé dans les expériences de Kundt et des savants qui ont suivi la voie qu'il a tracée. Nous supposerons aussi que σ_a représente une quantité extrêmement petite.

M. Zaremba, dans son Mémoire *A*, donne pour la quantité φ qui est égale à q/r, les formules: (27), page 415 et (32). page 417. De ce que dit M. Zaremba à la page 613 du Mémoire *B*, lignes 21—30, au sujet de la formule (27), p. 415, il résulte que la formule (32), p. 417, dans les conditions où nous nous sommes placés, peut être considérée comme équivalente à la suivante

(2) $$\varphi = \frac{1}{2T} \frac{a^2(b^2 - r^2)}{(b^2 - a^2) r^2} \alpha_1$$

où l'on désigne par α_1 l'arc compris entre $-\frac{1}{2}\pi$ et $+\frac{1}{2}\pi$ qui vérifie l'équation

(3) $$\operatorname{tg} \alpha_1 = 2 T \sigma_a.$$

En résumé, nous pourrons poser, d'après le Mémoire *A*,

(4) $$\zeta = \frac{2a^2(b^2 - r^2)}{(b^2 - a^2) r^2} \sigma_a T;$$

le symbole ζ a ici la signification que nous lui avons attribuée au paragraphe précédent.

D'autre part, nous avons approximativement, en vertu de l'équation (7), page 612 du Mémoire *B*,

(5) $$-r \frac{d\varphi}{dr} = \frac{A}{T\mu r^2},$$

A désignant la constante introduite à la page 612 du Mémoire *B*. On calcule aisément la valeur de $A/T\mu$ en s'appuyant sur la formule (10) de la page 613 [1]); on s'assure ainsi que la théorie développée dans le Mémoire *B* conduit à poser

[1]) Cette équation (10), page 613 du Mémoire *B*, est celle que M. Zaremba, ainsi qu'il le dit lui-même, considère comme définitive. Elle ne se distingue en rien de l'équation correspondante donnée par Stokes dès 1845 (voir Math. and Phys. Papers, Vol. I, p. 103, ligne 2). Il n'est fait aucune mention de cette circonstance dans le Mémoire de M. Zaremba.

A la page 599 du Mémoire *B*, M. Zaremba dit que des quantités de la

Digitized by Google

$$z = \frac{2a^2b^2}{(b^2-a^2)r^2}\sigma_a T; \tag{6}$$

la lettre z est définie par la deuxième formule du système (16) du paragraphe précédent.

Les résultats (4) et (6) ne sont pas concordants.

§ 3. Les résultats des Mémoires A et B de M. Zaremba me paraissant contradictoires, je suis forcé d'admettre que les uns ou les autres doivent nécessairement être erronés. Je me propose de montrer que les résultats du Mémoire A sont absolument inexacts. Pour bien faire comprendre qu'il en est réellement ainsi, reprenons l'équation (13) du § 1. de cette Note; cette équation, comme on le sait, se déduit des résultats essentiels du Mémoire A de M. Zaremba. Le signe $\mp$ dont est affecté le second membre de cette équation est une conséquence des conventions adoptées dans mon Mémoire du 11. Janvier 1904; si l'on suppose que la vitesse q d'une particule du liquide puisse prendre des valeurs positives ou négatives suivant le sens de la rotation autour de l'axe Oz, on écrira

$$\operatorname{cotg} 2\chi = -2\frac{q}{r}T. \tag{1}$$

Considérons le cas de mouvement réalisé dans l'expérience de Kundt, répétée par M. C. Zakrzewski; proposons-nous de comparer deux cas: (I) et (II) où, sans rien changer au mouvement relatif du liquide par rapport aux parois cylindriques, on imprime une rotation d'ensemble à l'observateur qui fait l'expérience et à l'appareil [1]) dont il se sert, rotation qui n'est pas la même, dans les deux cas examinés, par rapport à un système d'axes fixes Oxy. Désignons par σ la différence des valeurs, dans les cas (I) et (II), de la vitesse angulaire (rapportée aux axes Oxy) d'une particule déterminée du liquide ou, en général, d'une particule déterminée

nature des quantités p_{xx}, p_{yy}, p_{zz} doivent dans ses équations être regardées comme asses petites pour que certaines conditions (qu'il spécifie) soient vérifiées. C'est l'hypothèse qu'il adopte et qui sert de base à ses développements. Elle est inacceptable dans la Théorie de la Relaxation. Dans cette Théorie, on est en droit de supposer que des différences telles que $p_{yy}-p_{zz}$ etc. ou telles que $p_{xx}-p$ etc. soient petites; cela résulte des théorèmes fondamentaux de l'Hydrodynamique.

[1]) Nous désignons sous ce nom le système composé du liquide, des deux vases cylindriques, de la source lumineuse, du polariseur, de l'analyseur etc., bref le système matériel tout entier qui de quelque manière que ce soit participe à l'expérience.

Digitized by Google

du système participant à l'expérience; supposons que cette différence σ ait une valeur constante. positive et d'ailleurs arbitraire. Nous avons pour tous les points du liquide

$$(2) \qquad \varphi_I - \varphi_{II} = \frac{q_I - q_{II}}{r} = \sigma,$$

les indices servant à distinguer les valeurs d'une même quantité dans les deux cas (I), (II) que nous examinons. {On peut supposer, par exemple. que l'on ait pour les parois et pour les particules du liquide qui se trouvent en contact avec elles:

$$(3) \qquad \sigma_a = \sigma \quad ; \quad \sigma_b = 0 \quad \text{dans le cas (I)} ;$$

$$(4) \qquad \sigma_a = 0 \quad ; \quad \sigma_b = -\sigma \quad \text{dans le cas (II)} .$$

D'après la théorie donnée par Stokes,

$$(5) \qquad q_I = \frac{a^2(b^2 - r^2)}{r(b^2 - a^2)}\sigma \quad ; \quad q_{II} = \frac{b^2(a^2 - r^2)}{r(b^2 - a^2)}\sigma ;$$

on a donc bien

$$(6) \qquad q_I - q_{II} = r\sigma ,$$

ainsi que l'exige l'hypothèse dans laquelle nous nous sommes placés.}

Examinons les conséquences qui résultent de l'application de l'équation (1) de ce paragraphe dans les conditions que nous venons d'indiquer. Nous aurons

$$(7) \qquad \operatorname{cotg} 2\chi_I = -2\frac{q_I}{r}T \quad ; \quad \operatorname{cotg} 2\chi_{II} = -2\frac{q_{II}}{r}T ;$$

par conséquent l'équation (2) nous permet d'écrire

$$(8) \qquad \operatorname{cotg} 2\chi_I - \operatorname{cotg} 2\chi_{II} = -2\sigma T .$$

La différence qui figure au premier membre de cette équation est la différence des effets observables dans les deux cas que nous examinons; cette différence serait donc parfaitement arbitraire. Un mouvement de rotation imprimé à l'observateur et à toutes les parties de l'appareil servant à l'expérience exercerait une influence directe sur le résultat que l'on obtiendrait. Cette conséquence à laquelle conduisent [1]) les équations de M. Zaremba est tout à fait inadmissible.

[1]) Dans le passage de la page 419 du Mémoire *A* qui débute en ces termes: „2° Peut-être trouvera-t-on étrange etc.". M. Zaremba croit réfuter une objec-

Digitized by Google

§ 4. Les remarques que fait [1]) M. Zaremba au sujet de mon Mémoire de 1901 „Sur la double réfraction accidentelle dans les liquides“ [2]) reposent, en réalité, sur un malentendu. J'ai indiqué moi-même [3]) que les résultats de mon Mémoire de 1901 sont viciés par une erreur, la même d'ailleurs que celle que M. Zaremba a commise dans le Mémoire *A*, en reprenant en 1903 l'étude du même problème; erreur qui a rendu inacceptables les conclusions auxquelles il est arrivé dans le Mémoire *A*. Cela étant, il est évident qu'il n'y a que peu d'intérêt à discuter les objections soulevées par M. Zaremba contre mon Mémoire de 1901. J'indiquerai cependant aussi brièvement que possible pourquoi elles me paraissent dénuées de fondement.

1° Dans le § 13 de mon Mémoire „Sur l'approximation de certaines équations etc.“ [4]) j'ai démontré que les équations (1), (2), (3) du § 4. du Mémoire du 4. Mars 1901 se déduisent aisément des équations dites rigoureuses [5]) de mon Mémoire du 4. Février 1901. En nous appuyant sur ces équations nous sommes tenus à suivre chaque particule du liquide dans le mouvement qu'elle exécute autour de l'axe de rotation; il est donc évident qu'il faut poser $\theta = ht$ dans les intégrales qui figurent au second membre de l'équation (1) du § 5 du Mémoire du 4. Mars 1901; c'est précisément ce que j'ai fait à l'endroit cité. On verra aisément avec

tion analogue (mais non identique) à l'objection précédente. Ce passage contient deux erreurs. La première a été signalée par M. Zaremba lui-même dans une Note du 9. Septembre 1903., attachée à l'édition polonaise du Mémoire *A* (Rozprawy Wydz. M. P. Akad. Umiej., tom XLIII, p. 262). La seconde consiste en ceci. Les quantités γ_{rq}^* et Q, dans les Mémoires de M. Zaremba, ne dépendent que d'une seule constante arbitraire A; elles ne peuvent pas dépendre de la force centrifuge; leurs expressions contiendraient dans ce cas les deux constantes A, B introduites par l'intégration. D'ailleurs la première équation du système (23), page 414, n'intervient en aucune façon dans le calcul des quantités γ_{rq}^* et Q; on pourrait supposer aussi faible qu'on voudrait la densité ρ du liquide sans modifier par là nécessairement les valeurs de ces quantités.

[1]) Voir aux pages 421 et 422 du Mémoire *A* de M. Zaremba.

[2]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et. N., Année 1901. p. 161.

[3]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1903, p. 307 (en Note). Ce Mémoire a été lu à la séance du 4. Mai 1903.

[4]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1903, p 307.

[5]) Equations (1) et (2) ou (9) du § 1 du Mémoire précédent.

Digitized by Google

un peu d'attention que la méthode adoptée dans ce calcul n'est qu'une application particulière de celle que j'ai développée, d'une façon générale, dans le § 2 de mon Mémoire „Sur l'application des équations de Lagrange dans la Théorie de la Viscosité“ [1]).

2° Il résulte des considérations précédentes que l'équation (2) du § 5 de mon Mémoire du 4. Mars 1901 découle des équations dites rigoureuses du Mémoire du 4. Février 1901. Dans le cas qui nous occupe, ces équations ne se distinguent en rien des six premières équations du système (2), page 407, du Mémoire *A* de M. Zaremba; on voit immédiatement qu'il en est réellement ainsi en considérant que la différence $p_m - p$ dans ce cas, est constamment égale à zéro [2]). Il n'y a pas lieu de s'étonner, dans ces conditions, de ce que le résultat auquel parvient M. Zaremba [3]) soit identique à l'équation que j'ai donnée en 1901, à savoir l'équation (2) du § 5 de mon Mémoire du 4. Mars 1901 [4]). M. Zaremba croit pouvoir expliquer cette concordance en l'attribuant à un accident; il est d'avis que l'usage qu'il fait de cette circonlocution suffit à expliquer „pourquoi la formule (2) du § 5 du mémoire de M. Natanson est exacte“.

Ici encore M. Zaremba à mon avis est dans l'erreur; la formule qu'a en vue M. Zaremba et qu'il retrouve à la page 415 de son Mémoire *A* à mon avis est erronée.

3° On sait [5]) que l'opération

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x} + v\frac{\partial}{\partial y} + w\frac{\partial}{\partial z} \tag{1}$$

peut être remplacée, dans le cas qui nous occupe, par l'opération

$$\frac{d}{dt} = \frac{q}{r}\frac{\partial}{\partial \theta}. \tag{2}$$

[1]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1903, page 268.

[2]) C'est ce que j'ai démontré récemment dans une Note présentée à la séance du 7 Décembre 1903 (Bull. Int. pour 1903, p. 781—783).

[3]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d Sc. M. et N., Année 1903, page 415, ligne 5.

[4]) Bull. Int. de l'Acad. d Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1901, page 166, ligne 15.

[5]) Bull. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. M. et N., Année 1904, p. 14.

Digitized by Google

A la page 411 du Mémoire *A*, M. Zaremba suppose que la quantité Q est une fonction de la seule variable r; il admet donc que l'on ait

$$\frac{\partial Q}{\partial \theta} = 0 \ . \tag{3}$$

A la page 166 de mon Mémoire de 1901, j'ai omis dans l'équation (8) du § 4 les termes qui contiennent les constantes k_{xx}, k_{yy}, k_{xy}; il est évident que si les conditions du problème l'exigent, on est en droit de considérer comme nulles des constantes arbitraires. D'après les considérations que je viens d'exposer (voir plus haut, *sub* 1°) l'hypothèse que j'ai adoptée pourrait s'énoncer de la façon suivante:

$$\frac{d\gamma_{rq}^*}{dt} = 0 \ . \tag{4}$$

Or les quantités Q et γ_{rq}^* sont liées par l'équation (10) du § 1 de cette Note. Il apparaît donc clairement, en se reportant aux équations (2), (3) et (4) ci-dessus, que l'hypothèse que j'ai adoptée en 1901 est tout aussi légitime que celle dans laquelle, en 1903, s'est placé M. Zaremba; ces hypothèses, en effet, sont équivalentes.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

. 7 Marca 1904.

Digitized by Google

Digitized by Google

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 19 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 90 k. —

Digitized by Google

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Mussynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo. 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

Digitized by Google

S-63-6

12.229

N° 3. MARS 1904.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1904.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1872 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Mebre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

1904

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 3. Mars 1904.

Note.

La Classe des Sciences mathématiques et naturelles de l'Académie de Cracovie a décidé de ne publier, dans son Bulletin, aucun nouvel article relatif à la polémique qui s'est engagée entre M. Natanson et M. Zaremba.

kulare Atmung der Lupinensamen ausgeführt, deren Resultate nicht ohne Interesse sein dürften, umsomehr als auch der Umsatz der Eiweissstoffe während der intramolekularen Atmung untersucht wurde.

Da die Lupinensamen an Kohlenhydraten sehr arm, an Eiweisstoffen aber sehr reich sind, so war *a priori* zu erwarten, dass sie in reinem Wasser nur eine schwache intramolekulare Atmung äussern würden, dass aber die letztere bedeutend verstärkt werden würde, wenn man die Samen nicht in reines Wasser, sondern in eine vergärbare Zuckerlösung bringen würde. Aus diesem Grunde schienen die Lupinensamen ein günstiges Objekt für die Entschei-

[1]) Godlewski und Polzeniusz: „Über die intramolekulare Atmung von in Wasser gebrachten Samen und über die dabei stattfindende Alkoholbildung". Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie. Avril, 1901.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1872 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Mebre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

... 1904

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 3. Mars 1904.

Sommaire: 13. M. E. GODLEWSKI. Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes.
14. MM. E. BANDROWSKI et AL. PROKOPECZKO. De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium.
15. M. HUGO ZAPAŁOWICZ. Remarques critiques sur la flore de la Galicie.
16. M. TAD. GARBOWSKI. Sur la transplantation blastomérique chez les oursins.
17. M. T. ESTREICHER. Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre.
18. M. M. LIMANOWSKI. Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatrique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra).

Séance du lundi 7 Mars 1904.

PRÉSIDENCE DE M. E. GODLEWSKI.

13. M. E. GODLEWSKI m. t. **Dalszy przyczynek do znajomości oddychania śródcząsteczkowego roślin.** *(Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der intramolekularen Atmung der Pflanzen). (Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes).*

Anschliessend an die vor drei Jahren von mir und Polzeniusz [1]) publizierte Arbeit, habe ich einige Versuche über die intramolekulare Atmung der Lupinensamen ausgeführt, deren Resultate nicht ohne Interesse sein dürften, umsomehr als auch der Umsatz der Eiweissstoffe während der intramolekularen Atmung untersucht wurde.

Da die Lupinensamen an Kohlenhydraten sehr arm, an Eiweisstoffen aber sehr reich sind, so war *a priori* zu erwarten, dass sie in reinem Wasser nur eine schwache intramolekulare Atmung äussern würden, dass aber die letztere bedeutend verstärkt werden würde, wenn man die Samen nicht in reines Wasser, sondern in eine vergärbare Zuckerlösung bringen würde. Aus diesem Grunde schienen die Lupinensamen ein günstiges Objekt für die Entschei-

[1]) Godlewski und Polzeniusz: „Über die intramolekulare Atmung von in Wasser gebrachten Samen und über die dabei stattfindende Alkoholbildung". Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie. Avril, 1901.

Digitized by Google

dung der Frage zu bilden, welche Zuckerarten von den Samen am leichtesten aufgenommen und vergoren werden. Demnach habe ich bei meinen Versuchen drei Zuckerarten angewendet: Trauben-, Frucht- und Rohrzucker. Auch für das Studium des Eiweissumsatzes unter Sauerstoffauschluss bilden die Lupinensamen ein günstiges Objekt, da sie sehr reich an Eiweissstoffen sind und da bekanntlich der Umsatz derselben bei Luftzutritt bereits sehr eingehend studiert worden ist.

Die benutzten Apparate und die Art und Weise der Versuchsanstellung waren dieselben wie in unserer früheren Arbeit [1]). 20 oder 25 Lupinensamen kamen mit 100 cc. Wasser oder der entsprechenden Zuckerlösung in den Apparat, welcher zuvor samt der Lösung im Autoclaven sterilisiert wurde. Nach der Zusammenstellung wurde der Apparat mit einer Quecksilberluftpumpe evakuiert und sein Ableitungsröhrchen abgeschmolzen.

Da der auf diese Weise angestellte Versuch einerseits das Studium der Kohlensäure- und Alkoholbildung in den Samen, anderseits die Erforschung des Eiweissumsatzes, welcher in denselben gleichzeitig verlief, zum Gegenstand hatte, so werden wir die Untersuchungsresultate, welche sich auf diese beiden Prozesse beziehen, getrennt nach einander besprechen.

I.

Der Gang der intramolekularen Atmung und Alkoholbildung.

Untersuchungsmethode.

Um den Gang der Kohlensäurebildung bei der intramolekularen Atmung der Lupinensamen kennen zu lernen, wurde von Zeit zu Zeit das Quecksilberniveau in der Steigröhre des Apparates, der Barometerstand und die Temperatur abgelesen und daraus die entsprechenden Gasvolumina im Apparate berechnet. Der Versuch wurde jedesmal so lange fortgesetzt, bis das Gasvolumen im Apparate aufgehört hat zuzunehmen. Nach unseren früheren Versuchen war mit Sicherheit zu erwarten, dass das sich im Apparate ansammelnde Gas reine Kohlensäure war, um aber auch im vorliegenden Falle kein Zweifel darüber übrig zu lassen, wurde auch jetzt am Ende eines der Versuche das Gas in einen Eudiometer hinübergepumpt

[1]) l. c. S. 234.

Digitized by Google

und mit Kalilauge behandelt. Es verschwand bis auf ein kleines, unmessbares Bläschen, es war also in der Tat reine Kohlensäure.

Am Schlusse eines jeden Versuches wurde der Apparat geöffnet und die Lösung durch einen Trichter in einen Messkolben von 150 cc. gegossen, wobei die Samen am Trichter liegen blieben. Nun wurde der Kolben des Apparates einige Male rasch mit reinem Wasser nachgespült und das Waschwasser durch denselben Trichter in den Messkolben gegossen, so dass dadurch zugleich der an den Samen haftende Teil der Lösung in den Messkolben gespült wurde. Die Samen behielten nur denjenigen Teil der Lösung, welcher als Quellwasser innerhalb derselben enthalten war. Die Lösung in dem Messkolben wurde auf diese Weise mit dem Waschwasser bis auf die Marke angefüllt, stark geschüttelt und so für die Analyse fertig gestellt.

Abgemessene Portionen von 10 resp. 20 cc. dieser Lösung wurden zur Zuckerbestimmungen mit Fehlingscher Lösung nach der gravimetrischen Methode verwendet. War der Versuch mit Rohrzuckerlösung ausgeführt, so erfolgte die Zuckerbestimmung zunächst unmittelbar und dann nach dem Kochen mit verdünnter Salzsäure, um aus der Differenz zu ermitteln, inwieweit der Rohrzucker durch die Samen invertiert wurde.

Die Alkoholbestimmung wurde durch zweimalige Destillation von 100 cc. Lösung und durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des erhaltenen Destillates ausgeführt. Der Rückstand dieser Destillation hat für die Bestimmungen des Stickstoffs der aus den Samen durch die Lösungen ausgezogenen verschiedenen Stickstoffverbindungen gedient.

Sowohl die Zucker- wie die Alkoholbestimmung bedurfte einer kleinen Korrektur in Bezug auf den Teil der Lösung, welcher im Innern der Samen als Imbibitionsflüssigkeit blieb [1]). Zwecks dieser

[1]) Bei unseren früheren Versuchen war die Einführung dieser Korrektur überflüssig, weil wir dort für Alkohol- und Zuckerbestimmungen einen bestimmten Teil der Lösung direkt aus dem Apparate pipetiert haben und aus den entsprechenden Bestimmungen die Mengen des Alkohols resp. des Zuckers in der ganzen Lösung berechneten. Die Gesamtmenge der Lösung wurde aber dadurch ermittelt, dass man von dem Gewichte des Apparates mit Flüssigkeit und Samen das Gewicht des trockenen Apparates und der Trockensubstanz der Samen abzog. Demnach umfasste die auf diese Weise ermittelte Menge der Lösung auch denjenigen Teil derselben, welche in den gequollenen Samen enthalten war.

Digitized by Google

Korrektur wurden die Samen oberflächlich mit Fliesspapier abgetrocknet und sofort gewogen. Dieses frische Gewicht um das Trockengewicht der Samen vermindert, gab die Menge der Imbibitionsflüssigkeit. Die einzuführende Korrektur wurde unter der vielleicht nicht ganz strikten, aber jedenfalls annäherend zutreffenden Annahme berechnet, dass die Zusammensetzung der Imbibitionslösung der Samen dieselbe war wie die der Aussenlösung.

Zusammenstellung der Versuche.

Versuch I.

Am 13. August 1901 wurden 20 Lupinensamen, welche 2·882 gr wogen, und 100 cc Wasser in einen Apparat von 485 cc. Inhalt gebracht und der Apparat evakuiert.

Die Ablesungen der durch die intramolekulare Atmung der Samen gebildeten Kohlensäure sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

TABELLE I.

Tag der Ablesung	v′ (abgelesenes Volumen)	b – b′ – b″ (Druck in mm.)	t (Temperatur)	v (auf 0° und 760 mm. reduziertes Volumen)	v_w Kohlensäure in Wasser gelöst in E	v Gesamt-Kohlensäure in cc.	Die von 1 gr. Samen in 24 Stunden gebildete Kohlensäure in cc.
15 August	389·49	0·6	24·0	0·28			
23 „	389·55	17·3	20·7	2·59	2·03	4·62	0·200
9 Oktober	390·26	71·5	16·5	34·65	9·03	43·52	0·303
18 „	390·16	72·0	18·0	34·68	8·83	43·51	0·000
22 „	390·15	72·1	17·8	34·75	8·88	43·63	0·000
2 Januar	390·16	73·7	17·5	35·38	9·16	44·54	0·000

v′ abglesenes Volumen.

b—b′—b″ Barometerstand — Quecksilbersäule in der Steigröhre 375 — Wasserdampfdruck.

Wir sehen, dass die Samen bereits Anfang Oktober, also nach 6 Wochen aufgehört haben, Kohlensäure zu bilden, und während

Digitized by Google

dreier weiteren Monaten kaum noch 1 cc. dieses Gases gebildet wurde.

Die ganze Menge des Wassers, in welchem die Samen verweilten, wurde zur Alkoholbestimmung benutzt. Nach zweimaliger Destillation erhielt man 50·02 gr des Destillates von 0·999736 sp. G., woraus sich die Menge des Alkohols zu 0·0849 gr berechnete.

Man erhielt also:

Kohlensäure	44·54 cc. =	0·0876 gr
Alkohol		0·0849 „
		0·1725 gr

$$CO_2 : C_2H_6O = 100 : 96·9$$

Versuch II.

Am 10. Jänner 1902 wurden zwei Apparate mit Lupinensamen zusammengestellt und evakuiert. Der eine Apparat enthielt 19 Stück Samen von 2·4392 gr und 100 cc. 2% Traubenzuckerlösung, der andere 20 Samen von 2·568 gr und 100 cc. destillierten Wassers.

Die Samen verweilten in den Apparaten bis zum 20. Oktober, also 9 Monate lang. Leider blieben nur die Samen in Glykoselösung während der ganzen Versuchszeit steril. im Apparate mit destilliertem Wasser blieb das letztere nur bis Mitte März, also während der ersten zwei Monate vollkommen klar, später wurde es durch Bakterienentwickelung trüb. Aus diesem Grunde hat man auch nur den steril gebliebenen Inhalt des Apparates mit Dextroselösung einer Analyse unterworfen.

Die Ablesungen der Gasvolumina in den Apparaten ergab folgendes:

Siehe Tabelle II, Seite 120.

Die Lösung aus dem Apparate mit Traubenzucker betrug nach dem Abwaschen des Apparates und der Samen 154·5 cc.

Aus 100 cc. dieser Lösung erhielt man nach zweimaliger Destillation 51·08 gr Destillat von 0·999184 sp. Gew., also von 0·424% Alkoholgehalt. Daraus berechnet sich für die ganze Lösung von 154·5 cc. 0·3346 gr Alkohol, dazu kommen 0·0098 gr in dem Imbibitionswasser der Samen, also zusammen 0·3444 gr Alkohol.

Demnach fand man:

Digitized by Google

TABELLE II.

Tag der Ablesung	Temperatur	v' cc.		b – b' – b'' mm.		v		CO_2 gelöst cc.		V Gesamtkohlensäure		CO_2 pro 1 gr Samen in 24 Stunden gebildet	
		Traubenzucker	Wasser	Traubenzucker	Wasser	Traubenzucker	Wasser	Traubenzucker	Wasser	Traubenzucker	Wasser	CO_2 Traubenzucker	Wasser
16 Jänner	18·7	381·95	283·13	9·3	0 0	4·37	0·00	1·13	0·00	5·50	0·00		
23 „	18·6	381 98	282·93	31·8	1·5	14·96	0 52	3 86	0 18	17·82	0·70	0 715	
30 „	19·1	382 32	283·12	59·5	8·4	28 10	2·92	7·16	1·01	35 26	3·93	1·080	0·183
10 Februar	18 7	383·01	283·36	113·4	14·1	53·49	4 92	13 68	1·77	67·17	6·69	0·898	0·098
15 „	16·4	383·13	283·20	138 7	18·4	65·95	5·85	17·65	2 34	83·60	8·19	1·347	0·117
20 „	17·2	383·32	283·18	161·8	21·4	76·72	7·50	20 17	2·67	96·89	10·17	1·089	0·155
26 „	18·7	383 80	283·39	190·9	24·3	90 21	8·48	23·11	2·94	113·32	11·42	1·127	0·081
4 März	18·1	383·92	283·25	216 8	26 9	102·75	9·40	26·53	3·29	129·28	12·69	1·083	0.083
12 „	19 7	384·44	283·46	250·7	31·9	118·26	11·09	29·89	3·80	148 15	14·89	0·967	0·107
18 „	19·0	384·58	283·47	272·1	36·2	128·72	12·62	32 76	4·36	161·58	16·98	0·919	0 136
25 „	17 8	384·79	283·59	285·4	39·3	135·63	13·72	35 06	4·83	170·69	18·55	0·534	0·088
3 April	16·3	384·81	283 48	294·1	39.8	140 53	14·01	37·38	5·06	177·91	19·07	0 328	0·023
12 „	15·1	384 85	283·47	299·5	39·1	143·25	13·82	39·46	5·14	182·71	18·96	0·127	0·000
24 „	16·0	384·90	283·49	303·4	39·8	144·87	14·00	38·92	5·11	183·79	19·11	0·041	0·000
13 Juni	20·0	385·20	283·70	315·7	42·6	149·04	13·97	37·44	5·05	186·48	19·02	0·022	0·000
7 August	20·6	385·11	283 61	316·1	43 1	148·94	14·95	37·18	5·07	186·12	20 03	0·000	
20 October	19·2	385 04	285·93	313·7	210 4	148·50	— [1])	37·64	— [1])	186·14	[1])	0·000	

[1]) Wegen Trübwerden des Wassers durch Bakterienentwickelung hätte die Ablesung des Gasvolumens keine Bedeutung.

Digitized by Google

Alkohol		0·3444 gr
Kohlensäure	186·14 cc. =	0·3660 „
		0·7104 gr

$$CO_2 : C_2H_6O = 100 : 94·0$$

Die Traubenzuckerbestimmung in der Lösung ergab:

20 cc. gaben 0·3737 Cu = 0·1079 Dextrose, also in 154·5 cc.	1·527 gr
dazu Dextrose in 2·943 gr Imbibitionswasser	0·045 „
	1·572 gr

Da die ursprüngliche Lösung am Anfange des Versuches 1·906 gr Dextrose enthielt, so wurde durch die Samen 1·906—1·572 = 0·334 gr Traubenzucker aus der Lösung vergoren. Da die Summe von Alkohol und Kohlensäure 0·7104 gr betrug, so sehen wir, dass nur ungefähr die Hälfte der Gärungsprodukte auf Kosten des hinzugefügten Traubenzuckers gebildet wurde, für die andere Hälfte dieser Produkte mussten aber die Kohlehydrate der Samen selbst (wahrscheinlich Lupeose und Paragalactan) das Material geliefert haben.

Versuch III.

Am 11. April hat man 3 Apparate mit je 25 Lupinensamen und 100 cc. nahezu 3% Zuckerlösungen zusammengestellt und evakuiert. Der eine dieser Apparate enthielt in der Lösung Traubenzucker, der zweite Rohr- und der dritte Fruchtzucker. Da es sich bei dem Versuche II herausstellte, dass die angewandten Lupinensamen ausserordentlich schwer quellbar waren, so dass erst nach etwa 6 Wochen alle Samen gequollen waren, so wurde bei diesem Versuche die Testa eines jeden Samens mit einer starken Nadel angestochen. Um dabei der Gefahr einer Infektion vorzubeugen, wurde die Nadel in der Flamme sterilisiert und die Operation in Sublimatlösung vorgenommen. Der Zweck dieser Operation war vollkommen erreicht, da innerhalb der ersten Woche des Versuches sämtliche Samen gequollen waren. Selbstverständlich wurden auch die Apparate samt den Lösungen in üblicher Weise im Autoclaven sterilisiert. Bei der Sterilisation eines jeden Apparates hat man nebenbei auch noch in einem kleinen mit Baumwollpfropfen geschlossenen Kölbchen eine abgemessene Menge derselben Lösung, welche im Apparate enthalten war, gehalten. Sie diente

Digitized by Google

zur nachträglichen Bestimmung des Zuckergehaltes der Lösung. Auf diese Weise hatte man auch eine Kontrolle darüber, ob der Rohrzucker bei der Sterilisation der Lösung nicht in namhafter Menge invertiert worden ist. Die Bestimmung ergab, dass die Lösung in dem Apparate mit Rohrzucker nach der Sterilisation 2·964 gr Rohr- und 0·06 gr Invertszucker enthielt. Die Ablesungen der Gasvolumina ergaben folgende Resultate:

Siehe Tabelle III, Seite 123.

Die Tabelle enthält die Ablesungen der Kohlensäurebildung in dem Apparate mit Traubenzucker nur bis zum 5. Mai. da nur bis zu dieser Zeit die Lösung in diesem Apparate vollkommen klar blieb; am 16. Mai bemerkte ich schon eine leichte Trübung derselben, welche sich später vergrösserte, so dass der Apparat von der weiteren Beobachtung und Analyse wegen der auf diese Weise sich äussernden Infektion seines Versuchsmateriales ausgeschlossen werden musste.

Seit dem 3. Juni wurden keine Ablesungen mehr vorgenommen, da kein deutliches Sinken des Quecksilberniveaus mehr in den Steigröhren zu beobachten war.

Als ich am 2. Jänner die letzte Ablesung vor dem Öffnen des Apparates mit Rohrzucker zwecks Analyse seines Inhaltes vornehmen wollte, fand ich die Spitze seines Leitröhrchens abgebrochen und das Quecksilber in der Steigröhre an gleicher Höhe wie im äusseren Gefässe. Da man ein Tag vorher den Apparat noch in Ordnung gefunden hatte und die Lösung beim Öffnen des Apparates vollkommen klar war, so waren keine Zersetzungen des Versuchsmaterials infolge einer zufälligen Infektion zu befürchten, es bestand also kein Anlass, auf die Analyse des Versuchsmaterials zu verzichten. Es war dies ein wahrscheinlich durch Ungeschicklichkeit des Dieners verursachter Zufall, welcher insofern unangenehm war, als man die Ablesung des Gasvolumens am Schlusse des Versuches nicht vornehmen konnte; auch entsprach die letzte im Juni gemachte Ablesung wahrscheinlich noch nicht der ganzen während des Versuches ausgeschiedenen Kohlensäuremenge.

Die Ablesung der Kohlensäuremenge im Apparat mit Fruchtzucker des Januars stimmt vollständig mit der Ablesung vom 26. Mai überein, man kann demnach nicht zweifeln, dass seit dieser Zeit keine Kohlensäurebildung mehr hier stattfand und die an-

Digitized by Google

TABELLE III.

Tag der Ablesung	Temperatur	v′ cc.			b—b′—b″ mm.			v cc.			CO_2 in der Lösung			V Gesamt Kohlensäure cc.			CO_2 pro 1 gr Samen in 24 Stunden gebildet cc.		
		Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	kohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker
13 April	13 4	384·83	273 27	285·28	18 7	8·7	2·0	9 00	2 98	0·71	3·18	1·18	0·27	12·18	4·16	0·98			
16 „	15·2	385·13	273·48	285·38	50·2	30·6	13 9	24·11	10·42	4·94	6·60	4·03	1·83	30·71	14·15	6·77	1·814	1·007	0·469
19 „	14·7	385 64	273 97	285·70	86·0	52·1	30·2	41·42	17·80	10·77	11·43	6 92	4 01	52·85	24·72	14·78	2·168	1·006	0 784
21 „	15 7	385 81	274·03	285 76	109 9	63·7	41·5	52·75	21·70	14·74	14·18	8·21	5·35	66·93	29·91	20·09	2·555	0·762	0·780
24 „	15·7	386·33	274·38	286 03	148·5	81·9	64 3	71·31	27·96	22·88	19·15	10 56	8 29	90·46	38·52	31·17	2·304	0·843	1·084
28 „	19·0	386·95	274·85	286·37	223·2	128·2	100 3	106·95	43·62	35·60	26·85	15·43	12 07	133 80	59·05	47·67	3 182	1·507	1·212
1 Mai	20 9	387·49	275 24	286 71	262·4	145·6	116·9	123 57	48·72	40·74	38·18	17·05	13·69	161·75	65·77	54·43	2·737	0·658	0·662
5 „	22·1	388 22	275 87	287·23	326·5	187·0	157·1	154·32	62·79	54 89	37·32	21·40	17·98	191·64	84·19	72 87	2·195	1·355	1·354
16 „	19·4	—	276·68	288·26	—	257·1	254·1	—	87·40	89·99	—	30 77	30 41	—	118·17	120·04	—	0·907	1·269
21 „	19·4	—	276 82	288·59	—	267·3	284·9	—	90·90	101·00	—	32 00	34 11	—	122·90	135·11	—	0·278	0·842
26 „	18 4	—	276·96	288·96	—	273·9	312·5	—	93·49	111·30	—	33·34	38 04	—	126 83	149·33	—	0·231	0·835
3 Juni	19·9	—	277 20	289·67	—	290·2	370 5	—	98 65	131 65	—	34·35	44·02	—	133·00	175 67	—	(?)	0·967
12 Jänner	19·0	—	277·10	—	—	274·0	—	—	(?) 93·40	—	—	(?) 32 99	—	—	(?) 126·39	—	—	0·000	—

Digitized by Google

gebliche Zunahme des Gasvolumens in der Ablesung vom 3. Juni offenbar auf einem Ablesungsfehler beruht. Die letzte Ablesung vom Jänner wurde mehrfach kontrolliert, ist also vollkommen sicher.

Bei der Analyse wurden die Lösungen mit Waschwasser auf je 150 cc. aufgefüllt. Die Alkoholbestimmungen in je 100 cc. vorgenommen ergaben folgendes:

In Rohrzuckerlösung: Aus 100 cc. sammelte man nach zweifacher Destillation 44·898 gr des Destillates von S. G. 0·99883, also 0·58085% Alkoholgehalt, woraus sich für die ganze Lösung 0·3192 gr ergibt. Dazu in 4·286 Imbibitionswasser 0·0167 gr, also im ganzen 0·4079 gr Alkohol.

In Fruchtzuckerlösung: Destillat 46·623 gr von S. G. 0·999545, also 0·241% Alkoholgehalt, woraus sich für die ganze Lösung 0·1686 gr, für Imbibitionswasser (5·17 gr) 0·0087, also im ganzen 0·1773 gr Alkohol ergibt.

Demnach haben die Lupinensamen gebildet:

In Rohrzuckerlösung:

Kohlensäure (Ablesung von Juni)	176·67 cc. =	0·3454 gr [1])
Alkohol		0·4079 „
		0·753 gr

$$CO_2 : C_2H_6O = 100 : 116$$

In Fruchtzuckerlösung:

Kohlensäure [1])	126·39 cc. =	0·2485 gr
Alkohol		0·1773 „
		0·4258 gr

$$CO_2 : C_2H_6O = 71·3$$

Die Zuckerbestimmungen (Mittelzahlen aus je zwei Bestimmungen) ergaben folgende für die ganze Menge der Lösung berechnete Zahlen.

Lösung mit Rohrzucker.

Die erhaltenen Kupfermengen wurde auf Invertzucker berechnet und die Korrektur für die Zuckermengen in der Imbibitionsflüssigkeit der Samen angebracht:

[1]) Möglicherweise war diese Kohlensäuromenge am Schlusse des Versuches etwas grösser.

Digitized by Google

Die Lösung unmittelbar mit Fehlingscher Flüssigkeit gekocht . . . . . 2·708 gr
Die Lösung nach dem Kochen mit Salzsäure mit Fehlingscher Flüssigkeit gekocht . . . . . 2·668 gr

Die Lösung enthielt also am Schlusse des Versuches kein Rohrzucker mehr. Am Anfange enthielt die Lösung 2·894 gr Rohrzucker und 0·06 gr. Invertzucker, was zusammen einer Menge von 3·046 + 0·06 = 3·106 gr Invertzucker entspricht.

Die Samen haben also 3·106—2·708 = 0·398 gr Invertzucker vergoren. Da sie aber 0·4079 gr Alkohol und 0·3454 gr Kohlensäure, also 0·7533 gr Gärungsprodukte gebildet haben, so stammte nur ungefähr die Hälfte dieser Produkte aus der Zuckerlösung. die andere Hälfte wurde aus den Kohlenhydraten der Lupinensamen selbst gebildet.

Lösung mit Fruchtzucker.

Der Fruchtzucker aus dem erhaltenen Kupfer berechnet (Korrektur für die Imbibitionsflüssigkeit miteinbegriffen) 3·098 gr. Die ursprüngliche Lösung enthielt 3·08 gr. Es fand also keine Zuckerabnahme statt [1]).

Aus diesem Resultate konnte man schliessen, dass Fruchtzucker überhaupt nicht von den Lupinensamen aufgenommen wurde und dass in dem Apparate mit Fruchtzucker die Alkohol- und Kohlen-

[1]) Da dieses Resultat ziemlich sonderbar erscheinen muss, so mögen hier die analytischen Daten angegeben werden.

Lösung am Anfange des Versuches: 50 cc. auf 150 cc. verdünnt.

25 cc. dieser Lösung mit Fehlings Lösung gekocht, gaben 0·4363 Cu = 0·2563 Fruktose
" " " " " " " " 0·4375 Cu = 0·2571 "
im Durchschnitt 0·2567 Fruktose

woraus 50 cc. der unverdünnten Lösung 1·54 gr, also für 100 cc. der Lösung im Apparate am Anfange des Versuches 3·08 gr ergeben.

Lösung am Ende des Versuches.

Die ganze Lösung aus dem Apparate mit Waschwasser auf 150 cc. verdünnt.

10 cc. mit Fehlings Lösung gekocht gab 0·3405 gr Cu = 0·1954 Fruktose
" " " " " " 0·3430 gr Cu = 0·1968 "
im Durchschnitt 0·196 Fruktose,

also in 150 cc.	2·941 gr
in 5·17 gr Imbibitionsflüssigkeit in den Samen	0·157 "
zusammen	3·098 gr

Digitized by Google

säurebildung ausschliesslich auf Kosten der Kohlehydrate der Samen selbst vor sich ging. Gegen eine solche Annahme spricht aber der Umstand, dass diese Samen in Fruchtzuckerlösung bedeutend mehr Kohlensäure entwickelt und Alkohol gebildet haben als in reinem Wasser. Diese Erscheinung durch reine Reizwirkung des Fruchtzuckers erklären zu wollen, möchte ich nicht wagen, wahrscheinlicher erscheint die Annahme, dass der Fruchtzucker selbst teilweise von den Samen vergoren wurde, dass aber später durch Inversion der Kohlehydrate der Samen eine gewisse Menge von Glykosen gebildet wurde, welche namentlich nach dem Tode der Samen aus denselben in die Lösung diffundierten. Wäre diese Interpretation richtig, so müsste die Zuckerlösung im Apparate am Ende des Versuches nicht aus reiner Fruktose bestehen, sondern es müssten ihr noch andere Glykosen beigemischt sein. Da die Kohlehydrate der Lupinensamen hauptsächlich aus Lupeose und Paragalactan bestehen, welche durch Inversion vorwiegend rechtsdrehende Glykosen, wie Galaktose und Arabinose liefern, so musste sich die Anwesenheit dieser Glykosen in der Lösung durch Verminderung der linksdrehenden Eigenschaft derselben kundgeben. Das war nun wirklich der Fall.

Die Linksdrehung der Lösung betrug in einem 20 cm langen Rohre — 3·04, da nun 150 cc. Lösung nach der Analyse 2·941 gr, also 1·9606% Fruchtzucker enthielt, so berechnet sich daraus $\alpha^D = -77{\cdot}5^0$, während dieselbe für reinen Fruchtzucker $\alpha^D = -93^0$ beträgt. Da der von mir für den Versuch benutzte Fruchtzucker syrupförmig, also möglicher Weise bereits verunreinigt war, so habe ich sein spezifisches Drehungsvermögen noch besonders bestimmt.

Eine Lösung dieses Fruchtzuckers, welche nach der gravimetrischen Bestimmung mit Fehlingscher Flüssigkeit 6·06% Fruktose enthielt, zeigt in einem Rohr von 20 cm eine Drehung von — 10·83°. Daraus berechnet sich $\alpha^D = -89{\cdot}4^0$. Es fand also eine deutliche Verminderung von α^D statt.

Schlussfolgerungen.

Überblicken wir die Zahlen aus allen drei Versuchen, so ist aus denselben folgendes zu entnehmen:

Die Zahlen zeigen zunächst, dass die Lupinensamen in reines Wasser gebracht eine nur sehr schwache intramolekulare Atmung

Digitized by Google

im luftleeren Raume entwickeln, während eine künstliche Ernährung dieser Samen mit verschiedenen Zuckerarten diese intramolekulare Atmung in sehr hohem Grade steigert.

So haben die Lupinensamen pro 1 gr Trockensubstanz im ganzen gebildet:

TABELLE IV.

	Kohlensäure		Alkohol
	in cc	in gr	in gr
in Wasser Versuch I	16·87	0·0332	0·0322
„ „ Versuch II	8·14	0·0160	—
in Traubenzuckerlösung 2% Versuch II . .	83·30	0·1638	0·1541
in Traubenzuckerlösung 3% Versuch III .	61·42 [1])	0·1207 [1])	—
in Fruchtzuckerlösung 3% Versuch III . .	40·51	0·07965	0·0568
in Rohrzuckerlösung 3% Versuch III . . .	56·30	0·1107	0·1307

Diese Zahlen sind schlagend, sie zeigen, dass dem Lupinensamen ebenso wie dem Erbsensamen die Fähigkeit zur intramolekularen Atmung im hohem Grade zukommt, es fehlt ihnen nur an geeignetem Materiale. welches intramolekular veratmet werden könnte. Wird ihnen dieses Material geliefert. so äussert sich ihre intramolekulare Atmung nur wenig schwächer als bei den Erbsensamen.

Verschiedene Zuckerarten sind für die intramolekulare Atmung der Lupinensamen als Material keineswegs gleichwertig. Von den drei benutzten Zuckerarten bildet das beste Atmungsmaterial Traubenzucker, ein viel weniger geeignetes Fruchtzucker; Rohrzucker wird als solcher für die intramolekulare Atmung wahrscheinlich überhaupt nicht verwertet, er wird aber von den Lupinensamen ebenso leicht invertiert wie von den Erbsensamen. Auch fanden wir nach dem Schlusse des Versuches III keinen Rohrzucker in der Lösung mehr, derselbe war gänzlich invertiert. Der Gang der Kohlensäurebildung im Versuche III entspricht vollkommen dem eben gesagten. Vom Anfange des Versuches an war

[1]) Bevor die Lösung trüb zu werden anfing.

Digitized by Google

die Kohlensäurebildung in dem Apparate mit Traubenzucker bedeutend stärker als in den beiden anderen. In den drei ersten Wochen des Versuches, in denen nicht die mindeste Trübung der Lösung im Apparate mit Traubenzucker zu bemerken war, haben die Lupinensamen in der Traubenzuckerlösung mehr als doppelt so viel Kohlensäure gebildet als in der Frucht- und der Rohrzuckerlösung. Sehr charakteristisch sind die Unterschiede in dem Gange der Kohlensäurebildung in der Frucht- und Rohrzuckerlösung. Es ist einleuchtend, dass dieser Gang in der Rohrzuckerlösung auf das innigste mit der fortschreitenden Inversion desselben zusammenhängen muss. Dementsprechend überwog die Kohlensäurebildung in der Fruchtzuckerlösung in der ersten Woche ganz bedeutend diejenige in der Rohrzuckerlösung, in der zweiten und dritten Woche war sie in beiden Lösungen nahezu gleich, in der vierten und später war sie aber in der Rohrzuckerlösung bedeutend stärker. Auch die Dauer der Kohlensäurebildung bis zu ihrem Aufhören hing davon ab, in welcher Lösung die Samen verweilten. Im Versuche II, welcher am 16. Jänner anfing, dauerte die Kohlensäurebildung im Wasser bis zum 3. April, also 11 Wochen, in der Dextroselösung war sie am 24. April, also nach 14 Wochen, noch nicht beendigt. Im Versuche III, welcher am 13. April begann, dauerte die Kohlensäurebildung in der Fruchtzuckerlösung bis zum 26. Mai, also nur 6 Wochen, in der Sacharoselösung wurde sie am 3. Juni, also nach 7 Wochen, noch nicht gänzlich abgeschlossen. Der grosse Unterschied in der Dauer der Kohlensäurebildung zwischen dem Versuche II und III ist eigentlich nur ein scheinbarer, er beruht darauf, dass die Testen der Samen bei dem Versuche III angestochen waren, bei dem Versuche II aber nicht, infolge dessen war die Quellung der Samen in dem Versuche III innerhalb der ersten paar Tage beendigt, wogegen in dem Versuche II die Quellung ausserordentlich langsam und ungleichmässig erfolgte, so dass sie kaum nach 6 Wochen beendigt war. Es ist demnach einleuchtend, dass im Versuche III alle Samen nahezu gleichzeitig angefangen und aufgehört haben, Kohlensäure zu bilden, im Versuche II aber haben die zuerst gequollenen zu atmen angefangen und aufgehört als die härteren, später gequollenen, und wenn diese letzten erst etwa 6 Wochen nach der Zusammenstellung des Apparates Kohlensäure zu bilden begonnen haben, so darf auch der Umstand nicht befremden, dass 10 Wochen nach dem

Digitized by Google

Anfange des Versuches die Kohlensäurebildung noch nicht abgeschlossen war. Auch ist aus dem gesagten leicht verständlich, dass die pro 1 gr und 24 Stunden für Kohlensäurebildung berechneten Zahlen im Versuche II bedeutend kleiner ausgefallen sind als im Versuche III. Massgebend für die Energie der intramolekularen Atmung sind eigentlich nur die Zahlen des Versuches III, denn nur in diesem Versuche haben alle Samen gleichzeitig und gleichmässig geatmet, so dass die Berechnung einer Mittelzahl für 1 gr Samen wirklich berechtigt war.

Was die chemische Natur der intramolekularen Atmung der Lupinensamen anbetrifft, so zeigen die Alkoholbestimmungen, dass dieser physiologische Prozess auch hier ebenso wie bei Erbsensamen oder Rübenwurzeln [1]) mit der alkoholischen Gärung identisch ist oder wenigstens der Hauptsache nach auf derselben beruht. Etwas abweichend schien sich die intramolekuläre Atmung der Lupinensamen in Fruktoselösung zu verhalten. Die Alkoholmenge war hier bedeutend kleiner gefunden, als nach der Gleichung der Alkoholgährung aus der ausgeschiedenen Kohlensäuremenge zu erwarten war (71 Alkohol auf 100 Kohlensäure). Da aber nur ein einziger Versuch vorliegt, so ist ein zufälliger Fehler in der Bestimmung des Alkohols nicht ausgeschlossen, wenn auch wenig wahrscheinlich. Möglich ist auch, dass hier eine teilweise Esterifikation des gebildeten Alkohols vorlag, um so mehr, als die Flüssigkeit nach der Öffnung des Apparates im ersten Momente ganz eigentümlich nach Terpentin und bald darauf nach Obst roch. Diese Beobachtung, dass unter gewissen Bedingungen (hier in der Fruchtzuckerlösung) das Verhältnis von $CO_2 : C_2H_6O$ bei intramolekularer Atmung mancher Samen breiter als normal wird, steht übrigens nicht vereinzelt da, dasselbe hat unlängst Nabokich [2]) an Erbsensamen, welche in einer verdünnten Milchsäurelösung verweilten, sowie an in Wasser oder Glykoselösung liegenden Ricinussamen beobachtet.

Soweit ich Nabokich aus seiner vorläufigen Mitteilung nicht missverstanden habe, ist er der Meinung, dass das Verhältnis

[1]) Stoklassa, Jelinek und Wittek, „Der anaërobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung". Separatabdruck aus „Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie" Band III, Heft 11, 1903.

[2]) Nabokich, „Über die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen", vorläuf. Mitt. Berichte der deut. bot. Gesellsch. 1903, B. XXI, S. 467.

Digitized by Google

$\frac{CO_2}{C_2H_6O}$ dann breiter als normal wird, wenn nicht Kohlenhydrate, sondern organische Säuren verarbeitet werden.

Ich will nun die Möglichkeit einer Verarbeitung der organischen Säuren bei der intramolekularen Atmung und sogar der Alkoholbildung aus denselben nicht bestreiten, bewiesen scheint mir aber diese Verarbeitung durch die Versuche Nabokichs noch nicht zu sein. Ich möchte nämlich darauf hinweisen, dass das Breiterwerden des Verhältnisses $CO_2 : C_2H_6O$ auch durch Esterifikation des gebildeten Alkohols verursacht werden konnte, wobei natürlich auch eine Abnahme der Acidität des umgebenden Mediums erfolgen musste.

Ein weiteres interessantes Ergebnis unserer Versuche liegt in der Beobachtung, dass die Abnahme des Traubenzuckers oder des aus der Inversion des Rohrzuckers stammenden Invertzuckers in der Lösung, in welcher die Lupinensamen verweilten, kaum der Hälfte der gefundenen Produkte der intramolekularen Atmung der Lupinensamen entspricht, ja bei dem Versuche mit Fruchtzucker hat die Lösung am Zuckergehalt gar nicht abgenommen.

Aus dieser Beobachtung folgt, dass wenigstens die Hälfte der von den in den Zuckerlösungen liegenden Lupinensamen gebildeten Kohlensäure und des Alkohols auf Kosten der Reservekohlenhydrate der Samen selbst entstanden sein musste. Zieht man sie von der Menge des aus der Lösung verschwundenen Zuckers ab, so findet man, wieviel von diesen Produkten auf die eigenen Kohlehydrate der Samen entfällt. Die Rechnung ergibt dann, dass 1 gr Samen aus den eigenen Kohlehydraten folgende Mengen Kohlensäure + Alkohol gebildet hat:

im Wasser.	Versuch I.	. . . . .	0·0654
in Traubenzuckerlösung	Versuch II.	0·3179—0·1495	0·1684
„ Rohrzuckerlösung	Versuch III.	0·2414—0·1092	0·1322
„ Fruchtzuckerlösung	Versuch III.	0·1364—0·0000	0·1364

Wir sehen, dass die Lupinensamen, welche in Zuckerlösungen verweilten, wenigstens doppelt so viel von ihren eigenen Kohlehydraten in Alkohol und Kohlensäure verarbeitet haben als diejenigen, welche in reinem Wasser gelegen hatten.

Aus diesem Resultate ist zu folgern, dass die durch Zuckerernährung verstärkte intramolekulare Atmung eines Lupinensamens

Digitized by Google

ihm seine eigenen Kohlenhydrate zugänglicher macht, und zwar wahrscheinlich dadurch, dass sie die Bildung der invertierenden Enzyme vermittelt. Daraus folgt weiter, dass die durch intramolekulare Atmung frei werdende Energie auch bei den Phanerogamen für manche physiologische Prozesse in sichtbarer Weise verwertet wird.

Für diese Verwertung der Energie der intramolekularen Atmung bei den Lupinensamen haben wir noch ein anderes Beispiel in unseren Versuchen beobachtet, nämlich die Keimung einzelner Samen in Zuckerlösungen.

Bekanntlich hat schon Nabokich [1]) an verschiedenen Objekten, wie Keimlingen von Zea, Pisum, Helianthus etc. nachgewiesen, dass ein gewisses Wachstum der höheren Pflanzen in sauerstofffreiem Raume möglich ist, namentlich dann, wenn man sie mit Zucker ernährt; eine Keimung der Samen ohne Sauerstoff wurde aber, so viel ich weiss, bisher nicht beobachtet.

Auch in unseren zahlreichen Versuchen mit Pisum haben wir nie eine deutliche Keimung in einem sauerstofffreien Raume beobachtet, auch dann nicht, wenn die Samen in Zuckerlösung verweilten.

Nun ergab sich bei den vorliegenden Versuchen mit Lupinensamen, dass in reinem Wasser keine Spur der Keimung an irgend einem Samen zu beobachten war, das Gleiche betrifft auch die Samen, welche in Fruchtzuckerlösung verweilten. Aber schon in der Rohrzuckerlösung ist von 25 für den Versuch III benutzten Samen einer zur Keimung gelangt und von Samen, welche bei demselben Versuche in Traubenzuckerlösung lagen, haben 9 gekeimt; auch im Versuche II keimten von 19 Samen 4 in Dextroselösung. Das Wachstum der aus der Testa hervorgetretenen Wurzelchen war eine sehr träge, doch erlangten sie endlich eine Länge von etwa 3 bis 6 mm.

Es ist charakteristisch, dass diejenige Zuckerart, welche am besten von den Lupinensamen vergoren wurde, auch am leichtesten die Samen zur Keimung brachte. Es kann also wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Keimung unter Sauerstoffabschluss auf das innigste mit der sich auf Kosten des dargebotenen Zuckers

[1]) Nabokich, „Wie die Fähigkeit der höheren Pflanzen zum anaëroben Wachstum zu beweisen und zu demonstrieren ist? Berichte der deut. bot. Gesell. 1901, Band XIX, S. 222.

Digitized by Google

abspielenden intramolekularen Atmung zusammenhing. Auch bei den Versuchen von Nabokich ist anzunehmen, dass das von ihm in einem sauerstofffreien Medium beobachtete Wachstum verschiedener Pflanzenteile nur dadurch möglich wurde, dass die Zuckerlösung, in welcher diese Pflanzenteile lagen, ihnen ein geeignetes und reichliches Material für intramolekulare Atmung bot.

Es mögen noch in diesem Abschnitte einige Worte der sowohl in methodischer, als sachlicher Hinsicht verdienstvollen Arbeit Połowcows[1]) gewidmet werden. Für unsere Frage kommt diese Arbeit ganz besonders insofern in Betracht, als Połowcow den Einfluss der Zuckerlösungen auf die Atmung der Samen, und zwar auch der Lupinensamen bei Luftzutritt studiert hat. Die musterhaft unter allen Kautelen der Asepsis ausgeführten Versuche ergaben, dass die Zuckerfütterung der Samen in ihren ersten Keimungsstadien nicht nur ihre Atmungsenergie bedeutend gesteigert, sondern auch das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ abgeändert hat. Es zeigte sich nämlich, dass die mit Zucker gefütterten Lupinensamen in ihren ersten Keimungstagen bedeutend mehr Kohlensäure ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen hatten, während bei den Samen, welche auf rein mineralischer Lösung lagen, eher das Gegenteil zu beobachten war.

Das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ errreichte bei den ersten $= 2$ oder $= 3$, während es bei den letzten immer < 1 war.

Ähnlich verhielten sich auch die Mais-, Erbsen- und Weizensamen, aber mit dem wichtigen Unterschiede, dass das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ bei ihnen am Anfange des Versuches auch dann > 1 war, wenn die Samen kein Zucker bekamen, sondern auf reiner Knopscher Lösung lagen.

Es ist einleuchtend, dass Połowcow es hier überall mit der intramolekularen Atmung, welche neben der normalen stattfand, zu tun hatte. Bei den an Kohlehydraten armen Lupinensamen äussserte sich diese intramolekulare Atmung nur in dem Falle, wenn sie mit Zucker gefüttert wurden, bei den stärkereichen Erbsen-,

[1]) Половцовъ „Изслѣдованія надъ дыханіемъ растеній“ Sep. Abd. am „Записки императорской академіи наукъ VIII Ser. B. XII 1901.

Digitized by Google

Weizen- und Maissamen auch beim Liegen in rein mineralischer Lösung.

Die Ursache, dass sich die intramolekulare Atmung in den Połowcow'schen Versuchen äussern musste, lag schon in diesem Umstande, dass seine Samen bis zur Hälfte in die Lösungen tauchten, so dass nur die Hälfte ihrer Oberfläche mit Luft in Berührung kam. Wer sich nur einmal mit Samenkontrolle befasst hat, weiss, wie empfindlich die Samen gegen jede zu grosse Nässe des Keimbetes sind, offenbar, weil diese Nässe ihnen den Luftzutritt erschwert. Die halb eingetauchten Samen in Połowcows Versuchen hatten ohne Zweifel einen nicht ausreichenden Luftzutrittt. Auch ich habe bereits vor 20 Jahren konstatiert (wie das auch Połowcow zitiert), dass bei den zuvor im Wasser vorgequollenen Erbsensamen das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ am Anfange der Keimung > 1 ist. Diese Erscheinung habe ich schon damals als intramolekulare Atmung gedeutet und ich muss auch jetzt an dieser Deutung festhalten. Es ist mir nicht klar geworden, warum Połowcow diese Deutung als unrichtig erklärt und die Meinung ausspricht, dass die hohen 2 bis 3, 5 erreichenden Atmungskoefizienten $\left(\frac{CO_2}{O_2}\right)$, welche er und ich am Anfange der Keimung mancher Samen gefunden haben, mit der intramolekularen Atmung nichts gemein haben [1]). Diese Äusserung befremdet um so mehr, als Połowcow selbst in seinen Versuchen 30, 31 und 32, S. 55 nachgewiesen hat, dass die Erbsen- und Maissamen mit Zuckerlösung benetzt unter Luftzutritt Alkohol bilden, was ja nach der Definition, welche Połowcow für die intramolekulare Atmung selbst gibt, das Hauptkriterium dieses Prozesses bildet. Die Definition Połowcows lautet nämlich [2]): „Die intramolekulare Atmung stellt einen selbständigen Prozess dar, welcher hauptsächlich aus der alkoholischen Gärung besteht, sowohl an der Luft wie im sauerstofffreiem Raume normal in der Zelle vor sich geht

[1]) l. c, S. 35 sagt der Verfasser „Очевидно что мы имѣемъ здѣсь дѣло сѣ явленіемъ ничего общаго съ интрамолекулярнымъ дыханіемъ не имѣющаго".

[2]) l. c. S. 64. Интрамолекулярное дыханіе представляетъ собой самостоятельний процессъ состаящій главнымъ образомъ изъ спиртового броженія нормально идущаго въ клѣткѣ какъ въ воздухѣ такъ и въ безкислородной средѣ, и доставляющаго въ общій газовый обмѣнъ лишь большую или мѣньшую часть углекислоты.

Digitized by Google

und einen grösseren oder kleineren Teil Kohlensäure bei dem allgemeinen Gasaustausch liefert".

Dass diese Definition vollständig auf den von Połowcow und von mir am Anfange der Keimung mancher Samen beobachteten Gasaustausch, bei welchem $\frac{CO_2}{O_2} < 1$ und Alkohol gebildet wird, passt, scheint mir einleuchtend zu sein.

Wenn ich schon die interessante Arbeit Połowcows bespreche, so will ich noch bemerken, dass mir seine Einwände gegen meine Auffassung des Zusammenhanges zwischen der normalen und intramolekularen Atmung auf einem Missverständnis zu beruhen scheinen. Połowcow macht mir wegen der Aufstellung des Schemas:

$$3C_6H_{12}O_6 = 6C_2H_6O + 6CO_2;$$
$$6C_2H_6O + 240 = C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 + 12H_2O,$$

welches den vermutlichen Atmungsverlauf bei den Weizenkeimpflanzen veranschaulichen soll, den Einwurf der Einseitigkeit, indem er ganz richtig betont, dass der Gasaustausch bei der Pflanzenatmung auf einer ganzen Reihe sehr verschiedener Prozesse und nicht nur auf Alkoholgärung und nachfolgender Oxydation desselben beruht.

Der Einwurf der Einseitigkeit wäre vollkommen berechtigt, wenn ich durch Aufstellung meines Schemas irgend etwas mehr als eine Versinnlichung des denkbaren Zusammenhanges zwischen der normalen und der intramolekularen Atmung des keimenden Weizens angestrebt hätte. Das war aber nicht der Fall. Das von mir aufgestellte Schema passt auf den Gasaustausch des keimenden Weizens, bei welchen das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ nach meinen Versuchen $= 1$ und das Verhältnis $\frac{I}{N}$ nach den Versuchen Chudiakows $= 0{\cdot}5$ ist, ganz so wie das Wortmannsche Schema wieder für den Gasaustausch bei der Keimung der Erbse und Pufbohne passt, bei welchen sowohl das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ wie auch das Verhältnis $\frac{I}{N} = 1$ ist (nach Versuchen von Wortmann und von mir).

Es war also nicht meine Absicht, wie das Połowcow anzunehmen scheint, das Wortmannsche Schema zu korrigieren, ich wollte nur ein Schema für die Veranschaulichung eines vermutlichen Zusam-

Digitized by Google

menhanges zwischen der intramolekularen und normalen Atmung für diejenigen Fälle aufstellen, bei welchen $\frac{I}{N} = 1$ ist (Erbse, Pufbohne). Mein Hauptzweck war, darauf hinzuweisen, dass auch in den Fällen, wo als Atmungsmaterial Kohlenhydrate dienen, und wo $\frac{CO_2}{O_2} = 1$ ist, der Verlauf der chemischen Atmungsprozesse nicht überall der gleiche ist.

Die aufgestellten Schemata sollen nur veranschaulichen, wie man sich diese Differenzen in dem Verlaufe des Atmungsprozesses bei den betreffenden Objekten denken kann.

Połowcow hebt hervor, dass mein Schema den häufigsten Fall, wo $\frac{CO_2}{O_2} > 1$, durchaus nicht erklärt. Das bezweckt es aber auch nicht, denn es ist nur für den Fall konstruiert, wo $\frac{CO_2}{O_2} = 1$ ist.

Einige Fälle des Atmungsprozesses, wo $\frac{CO_2}{O_2} < 1$, habe ich in meiner Arbeit vom Jahre 1882 ausführlich zu erklären gesucht. Es fiel mir auch nie ein, die Fälle, wo $\frac{CO_2}{O_2} > 1$, immer auf das Übergewicht der Alkoholbildung über die Oxydation desselben zurückzuführen, sonst müsste ich ja meine eigenen von Połowcow zitierten Versuche über die Atmung der reifenden Ölsamen ignorieren.

Dass ich mich vor jeder unberechtigten Verallgemeinerung und Einseitigkeit sorgfältig gehütet habe, beweisen folgende Worte S. 271: „Aus allen diesen Betrachtungen geht zur Genüge hervor, dass die chemischen Prozesse, welche sich bei der Sauerstoffatmung abspielen, nicht auf ein gemeinsames Schema zurückgeführt werden können, sondern dass ihr Verlauf je nach dem Atmungsmateriale und nach der Natur der bei diesen Prozessen mitwirkenden Enzyme ein verschiedener sein muss. Unseren derzeitigen Kenntnissen nach wäre es möglich, zwei Typen des Atmungsverlaufes zu unterscheiden: Die Atmung unter Mitwirkung der alkoholischen Gärung im Falle, dass das Atmungsmaterial aus Glykosen oder aus zu Glykosen sich hydrolisierenden Kohlehydraten besteht, und in allen übrigen Fällen die Atmung, welche auf einer mehr unmittelbaren Oxydation des Atmungsmaterials beruht. Es ist

Digitized by Google

nicht unmöglich, dass oft in demselben Objekte, sogar in derselben Zelle die Atmung gleichzeitig nach diesen beiden Typen verläuft, d. h. dass sie teils auf einer unmittelbaren Oxydation des unvergärbaren Materials, teils auf der Mitwirkung der alkoholischen Gärung beruht".

Zu dieser meiner Äusserung möchte ich noch hinzufügen, dass ich mir die Atmung in allen diesen Fällen, wo $\frac{CO_2}{O_2}$ bedeutend < 1, als hauptsächlich nach dem zweiten Typus verlaufend denke, d. h. ohne Beteiligung der alkoholischen Gärung, was selbstverständlich nicht stört, dass, wenn ein auf diese Weise atmendes Objekt reichlich mit vergärbarem Zucker versehen wird, die Alkoholgärung mit ins Spiel kommt, dann wird aber auch das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$ geändert und nähert sich der Zahl 1.

Gegen meine Äusserung, dass „die intramolekulare Atmung im Sinne der alkoholischen Gärung unter normalen Bedingungen aller Wahrscheinlichkeit nach das erste Stadium der normalen Atmung in allen denjenigen Fällen bildet, wo sich dieselbe auf Kosten der hydrolisierbaren Kohlehydrate vollzieht", hat neulich Takahashi Einwände erhoben [1]). Er gibt zu, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen normaler und intramolekularer Atmung besteht, aber nur insofern, als beide durch chemische Energie des lebendigen Protoplasmas verursacht werden „When this" (chemical energy) „is transferred upon the inbeddet molecules of sugar a certain lability is produced in them wich leads to direct combustion when free oxygen is absent". Auch ich war früher dieser Meinung und habe mich seiner Zeit gegen die bezüglichen Ansichten Pfeffers und Wortmanns ausgesprochen [2]). Wenn ich nun in meiner letzten gemeinsam mit Polzeniusz publizierten Abhandlung diesen Ansichten mit gewissen Modifikationen beigetreten bin, so geschah dies in Berücksichtigung einer ganzen Reihe von Beobachtungen verschiedener Forscher, aus denen hervorgeht, dass die Alhoholbildung nicht eine sporadische bei einzelnen Pflanzengruppen sich äussernde, sondern eine ausserordentlich verbreitete, auch unter normalen Bedin-

[1]) Takahashi, „On the Alkohol Produktion in Phanerogams", Bulletin of the College of Agriculture. Tokyo. Imperial University Japan 1902. Vol. V, S. 245.

[2]) Jahrbücher für wiss. Bot. B. XIII.

Digitized by Google

gungen sich vielfach kundgebende Erscheinung im Pflanzenleben ist, dass ihr demnach eine tiefere Bedeutung zukommen muss. Da nun unsere Versuche nachgewiesen haben, dass diese Alkoholbildung nicht etwa eine Nebenerscheinung der intramolekularen Atmung ist, sondern das Wesen derselben bildet, so ist man berechtigt, die Erscheinungen der Hefegärung und der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen. Nun haben die über die Hefegärung ausgeführten Arbeiten von Gillay und Aberson [1]). Chudiakow [2]), Iwanowsky [3]) u. a. mit Sicherheit nachgewiesen, dass diese Gärung durchaus nicht an Sauerstoffabschluss gebunden ist, dass sie dagegen auch dann vor sich geht, wenn die Hefezellen möglichst reich mit Sauerstoff versehen sind. Durch diesen Nachweis wird die Ansicht, dass die chemische Energie des lebendigen Protoplasmas, je nachdem, ob der freie Sauerstoff anwesend ist oder nicht, zur direkten Verbrennung oder zur Vergärung des in der Zelle vorhandenen Zuckers führt, widerlegt. Wenn auch bei dem reichsten Sauerstoffzutritt Gärung und Atmung auf Kosten des Zuckers gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen, so liegt die Voraussetzung nahe, dass die Gärung eine Vorstufe der Atmung bildet.

Als Argument gegen eine solche Voraussetzung führt Takahashi an, dass eine Spaltung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol dessen Oxydation in der Zelle nicht erleichtern, sondern im Gegenteil erschweren müsste, da Zucker bekanntlich leichter als Alkohol im Organismus oxydiert wird.

Soweit sich dieses Argument auf fertig gebildeten Alkohol bezieht, ist es unzweifelhaft richtig; die Sache kann sich aber ganz anders verhalten, wenn es sich um den Alkohol im Momente seiner Bildung handelt. Vergleicht man die Struktur irgend einer gärungsfähigen Glykose mit der des Alkohols, so erkennt man sofort, dass die Spaltung der Glykose in Alkohol und Kohlensäure keine so einfache wie andere durch hydrolitische Enzyme verursachte Spal-

[1]) Gillay und Aberson, Jahrb. f. wiss. Bot. B. XXVI, 1894, S. 543—586.

[2]) Chudiakow, Untersuchungen über die alkoholische Gärung. Landwirtschaftliche Jahrbücher, B. XXIII, 1894, S. 391—534.

[3]) Iwanowsky, Изслѣдованія надъ спиртовымъ броженіемъ. Санпетербургъ 1894 und deutsch in Mélanges biologiques, T. XIII, 509—531. Iwanowsky und Obrascow, Ueber die Wirkung des Sauerstoffes auf die Gärung verschiedener Hefearten. Centralblatt für Bakteriologie, B. VII, 1901, S. 305—312.

Digitized by Google

tungen sein kann, dass sie aber eine sehr tiefgreifende ist und mit verschiedenen Umlagerungen der Atomgruppen verbunden ist. Es ist demnach wohl begreiflich und annehmbar, dass die betreffenden Atomgruppen während dieser Umlagerungen viel leichter vom Sauerstoffe oxydiert oder für die Bildung neuer Verbindungen verwertet werden können als fertig gebildeter Alkohol oder auch als intakte Glykose.

Ich denke mir also den Zusammenhang der intramolekularen mit der normalen Atmung in der Weise, dass durch Zymasewirkung der Zusammenhang zwischen den Atomgruppen der Glykosemoleküle erschüttert wird, indem in denselben bestimmte Umlagerungen der Atomgruppen, welche zur Alkohol- und Kohlensäurebildung führen, eintreten. Bevor aber noch diese Atomgruppen zum Alkohol zusammentreffen, werden sie teils durch Sauerstoffwirkung oxydiert, teils zur Bildung von neuen Baustoffen bei dem Wachstum der Zelle verwertet.

Da nach den Untersuchungen Stoklassas die Zymase in den Pflanzen- und sogar Tiergeweben ausserordentlich verbreitet zu sein scheint, so liegt die Annahme nahe, dass sie überall dort, wo sich Alkohol bei der intramolekularen Atmung bildet, vorauszusetzen ist und dass sie eben zu dem Zwecke, um die Glykose für die Atmung und für den Stoffwechsel zugänglicher zu machen, in den Pflanzen entstanden ist. In den allermeisten Fällen ist die Menge dieser Zymase nicht gross und ihre Arbeit beschränkt sich auf die Verursachung solcher Umlagerungen der Atomgruppen in den Glykosemolekülen, welche sie der Sauerstoffwirkung und dem Stoffumsatz zugänglicher macht. So lange also diese Zymasewirkung nur soviel Zuckermoleküle angreift, dass die in Umlagerung begriffenen Atomgruppen derselben sofort durch Sauerstoffwirkung oxydiert oder zur Bildung neuer Baustoffe für das Wachstum der Zellen verwertet werden, erscheint in der Zelle kein Alkohol, er erscheint aber sofort, sobald dieses Verhältnis zu Gunsten der Zymasewirkung verändert wird. Diese Veränderung kann entweder durch eine verstärkte Zymasewirkung oder durch eine geschwächte Oxydation der in Umlagerung begriffenen Atomgruppen zustande kommen; beides führt dazu, dass die betreffenden Atomgruppen wirklich zum Alkohol zusammentreffen und dass derselbe in dem atmenden Pflanzenteile zum Vorschein kommt. Ein gesteigerter Effekt der Zymasewirkung kann entweder in einer grösseren Menge der

Digitized by Google

wirkenden Zymase oder in günstigeren Bedingungen ihrer Wirkung seinen Grund haben. Verschiedene Pflanzen sind nicht gleich zur Zymaseproduktion befähigt, darnach regelt sich auch ihre Fähigkeit zur intramolekularen Atmung. Die Hefe produziert so grosse Zymasemengen, dass sie reichlich mit Glykose versehen, auch bei der stärksten normalen Atmung noch Alkohol sehr ausgiebig bildet. Andere Pflanzen, sogar die stark gärungsfähigen Mucorarten, produzieren nur dann Alkohol, wenn ihre normale Atmung infolge eines mehr oder weniger erschwerten Luftzutrittes geschwächt wird, da die Menge der durch Zymasewirkung in Zersetzung begriffenen Zuckermoleküle nicht gross genug ist, um bei reichlichem Luftzutritt nicht verbrannt werden zu können. Der Partialdruck des Sauerstoffs, bei welchem sich die intramolekulare Atmung bereits kund gibt, d. h. bei welchem die zymatische Zuckerspaltung über die Oxydation der in Umlagerung begriffenen Atomgruppen der Zuckermoleküle Oberhand nimmt, ist bei verschiedenen Objekten sehr verschieden, das hängt einerseits von dem Zymase- und Zuckergehalt des betreffenden Objektes, anderseits von den sonstigen die Verwertung der Glykosemoleküle zum Wachstum der Zelle beeinflussenden Ernährungsverhältnisse derselben ab.

Beachtenswert sind in dieser Hinsicht die Versuche Iwanowsky's [1]) über die Hefe. Auch dann wenn man in Berücksichtigung der Kritik Richters [2]) nur diejenigen von diesen Versuchen, in welchen der Zucker nicht gänzlich verbraucht wurde, als massgebend anerkennt, geht aus denselben deutlich hervor, dass das Verhältnis $\frac{CO_2}{O_2}$, also auch das Verhältnis der Gärung zur normalen Atmung ganz bedeutend von der Zusammensetzung der Lösung abhängt. Trotz der kritischen Bedenken, welche Richter gegen Iwanowsky geltend macht, ist es wohl denkbar, dass bei einer gewissen Zusammensetzung der Lösung, vorausgesetzt dass die Bedingungen für die normale Atmung und für das Wachstum der Hefe sehr günstig sind, die Entwickelung der Hefe auch bei Vorhandensein einer geringen Zuckermenge ohne Gärung vor sich ginge.

[1]) Iwanowsky l. c.

[2]) Andreas Richter, Kritische Bemerkungen zur Teorie der Gärung, I. Centralblatt für Bakteriologie, B. VIII, 1902, S. 787 und Observations critiques sur la théorie de la fermentation, II. Centralblatt für Bakter. B. X, 1903, S. 438.

Digitized by Google

Anderseits geht aber Iwanowsky entschieden zu weit, wenn er die alkoholische Gärung als einen pathologischen Fall der Hefeernährung, welche durch eine anormale Zusammensetzung der Lösung verursacht wird, betrachtet. Mit dem Begriffe einer pathologischen Erscheinung verbinden wir ja immer eine gewisse Benachteiligung des betreffenden Organismus, wogegen in zuckerhaltiger Lösung gärungserregende Hefe sich ganz vortrefflich und gesund entwickelt.

Für eine Beeinflussung des Verhältnisses $\frac{CO_2}{O_2}$, also für ein Auftreten der intramolekularen Atmung neben der normalen infolge eines starken Zuckergehaltes der Nährlösung bei den höheren Pflanzen bieten die oben von uns besprochenen Untersuchungen Połowcow ein treffliches Beispiel.

Es ist längst bekannt, dass die Hefezellen aus der alkoholischen Gärung Energie für ihr Wachstum schöpfen können. Die von mir beobachtete Keimung der Lupinensamen in Dextroselösung im luftleeren Raume und das von Nabokich in Zuckerlösungen unter Luftabschluss beobachtete Wachstum verschiedener Pflanzenteile beweisen, dass auch in dieser Hinsicht kein prinzipieller, sondern nur ein quantitativer Unterschied zwischen der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen und der alkoholischen Hefegärung besteht.

Dass auch dann, wenn die intramolekulare Atmung bei einem gewissen Luftzutritt neben der normalen vor sich geht, die von ihr gelieferte Energie für das Wachstum verwertet wird, beweist eine bei Gelegenheit einer anderen Arbeit von Dr. Kosiński in meinem Laboratorium gemachte Beobachtung, dass nämlich sterilisierte Erbsensamen, welche in kleinen Kölbchen gänzlich in Zuckerlösung getaucht gehalten wurden, nicht nur gekeimt, sondern sogar mehrere Centimeter lange Wurzeln gebildet haben, wogegen die parallel in reinem Wasser gehaltenen Samen kaum eine kleine Spur der Keimung zeigten.

Sowohl die in Wasser als in Zuckerlösungen liegenden Samen waren dem Sauerstoffzutritte nicht gänzlich entzogen, da die Flüssigkeit mit Luft in Berührung stand, die normale Atmung konnte also stattfinden, jedoch nur in sehr beschränktem Masse. Wurde aber die intramolekulare Atmung durch Ernährung mit Zucker verstärkt, so reichte die gesamte durch beide Atmungen frei werdende Energie nicht nur für die Keimung der Samen, sondern auch zu einem namhaften Wachstum der Wurzeln der Keimpflanzen aus.

Digitized by Google

II.

Der Umsatz der Stickstoffverbindungen in der Pflanze beim Sauerstoffabschluss.

Literaturübersicht. Die Frage, wie sich die Stickstoffverbindungen in einer lebendigen Zelle verhalten, wenn dieser letzten der Sauerstoffzutritt entzogen wird und die Zelle nur intramolekular atmen kann, ist noch wenig erforscht und die Versuche, welche von einigen Autoren über diese Frage angestellt worden sind, sehen nicht einwandsfrei aus. Der Hauptmangel aller dieser Versuche liegt darin, dass die Mitwirkung von Mikroorganismen nicht ausgeschlossen wurde, so dass wir nicht sicher sein können, in wie weit die beobachteten Zersetzungen der Stickstoffverbindungen der anaëroben Lebenstätigkeit der Versuchspflanze selbst und in wie weit sie der Mitwirkung der Mikroorganismen zuzuschreiben sind.

Die ersten Untersuchungen über die uns interessirende Frage verdanken wir meines Wissens Palladin, welcher im Jahre 1888 zwei Arbeiten[1]) bald nach einander darüber publiziert hat.

Als Objekt dienten ihm 10- bis 14-tägige teils etiolierte, meistens grüne Weizenpflanzen, welche aus der Erde herausgenommen 2 bis 6 Tage in einem sauerstofffreien Raume gehalten und am Anfange und am Ende des Versuches analysiert wurden. In der ersten Arbeit wurde nur die Eiweissstickstoffabnahme, in der zweiten aber auch die Asparaginstickstoffzunahme ermittelt. Ausserdem wurde bei einigen Versuchen sowohl aus den Pflänzchen, welche im Dunkeln an der Luft, wie aus solchen, welche in einem sauerstofffreien Raume einige Tagen gehalten wurden, Asparagin, Tyrosin und Leucin in Kristalform isoliert.

Palladin kommt in diesen seinen Arbeiten zu dem Schlusse, dass die Eiweisszersetzung nicht nur unter Luftzutritt, sondern auch ohne Sauerstoff in der Pflanze möglich ist, dass aber das Asparagin, während es an der Luft das einzige stickstoffhaltige Zersetzungsprodukt derselben bildet, bei dem Eiweissumsatz unter Sauer-

[1]) Über Eiweisszersetzung in den Pflanzen bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff". Berichte der deutschen botan. Gesellschaft B. VI, S. 205 und 296.

Digitized by Google

stoffabschluss ganz in den Hintergrund tritt, indem es hier nur in minimaler Menge entsteht, die Hauptprodukte der Zersetzung aber Tyrosin und Leucin sind.

Gegen die Stichhaltigkeit der Palladinschen Versuche macht Clausen [1]) mit Recht den Einwand geltend, dass der kürzeste Versuch Palladins 2 Tage dauerte, während er die Lebensfähigkeit der Pflänzchen nur nach 23-stündigem Verweilen im Wasserstoffe geprüft hat; es ist also wohl möglich, dass die Pflänzchen am zweiten Versuchstage wenigstens teilweise abgestorben waren und faulten, so dass die konstatierten Eiweisszersetzungserscheinungen wenigstens teilweise den Fäulnis- und nicht den Lebenserscheinungen der Pflänzchen zugeschrieben werden können. Clausen selbst machte Versuche mit 7-tägigen Lupinenkeimlingen, indem er immer eine Portion derselben sofort analysiert, eine andere erst dann, nachdem sie 24 Stunden lang in reinem Wasserstoffgase verweilt haben. Durch besondere Versuche überzeugt er sich, dass die Pflänzchen nach 24-stündigem Verweilen im Wasserstoffgase lebensfähig blieben. In zwei Versuchen verwendete er noch eine dritte Portion von Keimlingen, welche er 24 Stunden an der Luft hielt und erst dann analysiert hat. Die Versuchsresultate Clausens stimmen insofern mit den Palladinschen nicht überein, als Clausen zu finden glaubt, dass auch in Bezug auf Asparaginbildung kein wesentlicher Unterschied zwischen der Eiweisszersetzung an der Luft und unter Sauerstoffabschluss besteht. Seinen ersten Schluss formuliert nämlich Clausen folgendermassen: „Die Eiweissstoffe des Protoplasmas der Pflanzenzellen zerfallen, wie es bekannt ist, wenn dieselben sich mit Sauerstoff in Berührung befinden, in Säureamide und Amidosäuren. Unsere Versuche haben gezeigt, dass ein solcher Zerfall ebenfalls eintritt, wenn die Pflanzen im sauerstofffreien Raum verweilen“.

Nun zeigen aber Clausens Zahlen, wie derselbe selbst hervorhebt, in Bezug auf das Verhältnis, in welchem Säureamide (Asparagin) und Amidosäuren bei der Eiweisszersetzung unter Sauerstoffabschluss entstehen, so grosse Verschiedenheit untereinander, dass ein bestimmter Schluss darüber, ob wesentliche Unterschiede in der Art und Weise der Eiweisszersetzung an der Luft und ohne Sauer-

[1]) Clausen, „Beiträge zur Kenntnis der Atmung der Gewebe“. Landw. Jahrb. Band XIX 1890, S. 915.

Digitized by Google

stoff bestehen oder nicht, aus denselben nicht zu ziehen ist. Die Versuche I und IV stimmen z. B. mit den Palladinschen Resultaten überein, die Versuche II und VI widersprechen denselben.

Diese Unterschiede mögen teilweise, wie es Clausen vermutet, in der Ungleichheit der Temperatur während der verschiedenen Versuche bedingt werden, es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie teilweise auch in den individuellen Verschiedenheiten des benutzten Materials ihren Grund hatten. Der Versuch hat nur 24 Stunden gedauert, die Eiweisszersetzung während dieser verhältnismässig kurzen Zeit konnte kein grosser sein. so dass die zufälligen Verschiedenheiten des Ausgangsmaterials nicht ohne Einfluss auf das Endresultat sein dürften. Anderseits kann man auch bei diesen Versuchen trotz ihrer kurzen Dauer die Mitwirkung der Mikroorganismen nicht ausschliessen.

Der Umstand, dass die Keimlinge nach dem Versuche noch lebensfähig blieben, darf nicht als entscheidend gelten, um so mehr, als Clausen selbst bemerkt, dass „eine Hemmung der Lebenstätigkeit schon nach der eintägigen Entziehung des Sauerstoffs bemerkbar ist, so dass sogar die Pflanzen eine Zeitdauer von ca. 3 Tagen bedürfen, um diese zu überwinden“ [1]).

Wenn, wie das neulich Połowcow [2]) und Nabokich [3]) gezeigt haben, die Untersuchungsresultate der normalen Atmung von gesunden, an der Luft wachsenden Keimpflanzen in hohem Grade von den sich an denselben ansiedelnden Mikroorganismen beeinflusst werden, in wie weit schwerer muss diese Beeinflussung bei allen Versuchen, welche in einem sauerstofffreien Raume vorgenommen werden, ins Gewicht fallen, wo die Pflanze durch Sauerstoffmangel geschwächt viel leichter der Invasion der Bakterien erliegt.

Aus diesem Grunde sollten sämtliche mit der intramolekularen Atmung zusammenhängenden physiologischen Prozesse und also auch die Eiweisszersetzung bei Luftabschluss nur unter den Bedingungen der vollkommenen Asepsis untersucht werden.

Auch die letzte mir bekannte Arbeit über die uns interessie-

[1]) l. c. S. 921.

[2]) Połowcow l. c. S. 14—16,

[3]) Nabokich, „Über den Einfluss der Sterilisation der Samen auf die Atmung“. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft B. XXI, S. 279—286.

Digitized by Google

rende Frage, nämlich die Arbeit Ziegenbeins [1]) genügt dieser Forderung nicht und liefert überhaupt zu dieser Frage wenig Neues.

Auch Ziegenbein arbeitete mit sechstägigen Keimpflanzen von Lupinus luteus, auch er hat keine anderen Massregeln für die Ausschliessung der störenden Wirkung der Mikroorganismen getroffen, als die, dass er ebenso wie Clausen die Versuchdauer auf 24 Stunden begrenzte.

Die Methode war im wesentlichen dieselbe, wie bei Clausen, d. h. die sechstägigen Keimpflanzen wurden teils sofort, teils nach einem 24-stündigen Verweilen im Wasserstoffgase analysiert.

Nur hat Ziegenbein mit grösster Sorgfalt auf den vollständigen Ausschluss des Sauerstoffes bei seinen Versuchen geachtet. In zwei Versuchen wurden auch parallele Portionen der Keimlinge in 24 Stunden in der Luft gehalten und analysiert. Bei der Analyse bestimmte Ziegenbein leider nur den Gesamt- und Eiweissstickstoff, so dass seine Versuche die Frage, ob die Richtung der Eiweisszersetzung durch Sauerstoffabschluss verändert wird oder nicht, gar nicht berühren. Der einzige seiner Schlüsse, welcher ein grösseres Interesse bieten konnte, dass nämlich der Eiweisszerfall bei Sauerstoffabwesenheit mit derselben Geschwindigkeit wie bei Luftzutritt erfolgt, ist nicht hinreichend begründet, da er sich nur auf zwei Versuche stützt, von denen der eine noch ein ziemlich deutliches Übergewicht der Eiweisszersetzung in der Luft aufweist.

Aus dieser Übersicht der Arbeiten über die Zersetzung der Eiweissstoffe in den lebenden Pflanzen bei Luftabschluss sehen wir, dass der Hauptmangel derselben darin lag, dass die Möglichkeit der Zersetzungen durch Bakterienwirkung in keiner dieser Arbeiten ausgeschlossen wurde.

Da ich nun aus meinen Versuchen über die intramolekulare Atmung der Lupinensamen ein vollkommen steriles Material zur Verfügung hatte, so habe ist es dazu benutzt, um zur Lösung der eben besprochenen Frage einen Beitrag zu liefern.

Eigene Untersuchungen. Methode. Meine Untersuchungen über die Eiweisszersetzung in der lebenden Pflanzenzelle unter Luftabschluss differierten von den bisherigen, welche eben bespro-

[1]) Zigenbein: „Untersuchungen über den Stoffwechsel und Atmung keimender Kartoffelknollen sowie anderer Pflanzen". Jahrbücher für wissen. Botanik 1893 Band 25, S. 564—572.

Digitized by Google

chen wurden, in drei Punkten: 1. dass das Untersuchungsmaterial während der ganzen Versuchszeit vollkommen steril blieb, 2. dass als Ausgangsmaterial nicht Keimlinge, sondern trockene Samen benutzt wurden, so dass dieselben auch ihren Quellungsprozess durchgemacht haben, 3. dass die Zeit, während welcher die Untersuchungsobjekte ohne Luftzutritt gehalten wurden, eine sehr lange war, namentlich dass man den ganzen Eiweisszersetzungsprozess, welchen die Objekte bis zu ihrem Tode durch Erstickung unter Sauerstoffabschluss selbständig durchzumachen im Stande waren, zur Beobachtung bekam.

Der Punkt 2 ist insofern von Bedeutung, als bei den früheren an den Keimpflanzen ausgeführten Versuchen die Zersetzung der Eiweissstoffe in der Luft eingeleitet und unter Luftabschluss fortgesetzt wurde, bei meinen Versuchen dagegen fand auch schon die Einleitung des Eiweisszerfalls ohne Sauerstoffzutritt statt.

Das Bild des Eiweissumsatzes stellte sich natürlich aus der Vergleichung der Zusammensetzung des Samenmaterials vor und nach dem Versuche heraus. Der Gang der Analyse war derselbe wie bei meinen Versuchen über Eiweissbildung [1]). Die zerkleinerte Substanz wurde nämlich bei einer Temperatur von 50—60° im Wasserbade mit einer abgemessenen Wassermenge (in der Regel 200 oder 250 cc.) 5 bis 6 Stunden lang in einem Kjeldahlschen Kolben digerirt, die etwa durch Verdampfung verlorene Wassermenge auf der Waage ersetzt, die Flüssigkeit abfiltriert und in zwei abgemessene Portionen für Stickstoffbestimmungen geteilt. In einer Portion bestimmte man den Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe durch Fällung mit $Ca(OH)_2$ und in dem Filtrate den gesamten Nichteiweissstickstoff.

Eine zweite Portion wurde mit Schwefelsäure angesäuert, mit Phosphorwolframsäure gefällt, der Niederschlag nach etwa 16 Stunden abfiltriert, mit $2^1/_2$% Schwefelsäure ausgewaschen, samt dem Filter in einen Kjeldahlschen Kolben von 500 cc. Inhalt gebracht, in Wasser aufgeschlemmt und mit MgO zwecks der Bestimmung des fertigen Ammoniaks einer Destillation unterworfen. Der nach dieser Destillation in dem Kolben zurückgebliebene Rückstand wurde mit Schwefelsäure stark angesäuert, durch Abdampfen eingeengt,

[1]) Godlewski, „Zur Kenntnis der Eiweissbildung in den Pflanzen". Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie 1903, S. 313.

Digitized by Google

mit konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz eines Tropfens Quecksilber verbrannt und darin der Stickstoff bestimmt.

Diese auf die ganze Menge der Lösung umgerechnete Stickstoffmenge, vermindert um die Menge des Eiweissstickstoffs der Lösung (bestimmt in der ersten Portion) gab die Menge des Stickstoffs der Peptone und organischen Basen an.

Das von Schwefelsäure saure Filtrat wurde zwecks Inversion des Asparagins drei Stunden lang in einem Erlenmayerschen Kolben mit Rückflusskühler gekocht, mit Natronlauge annähernd neutralisiert und das aus Asparagin abgespaltene Ammoniak mit MgO abdestilliert. Durch Verdoppelung des so gefundenen Ammoniakstickstoffs erhielt man die Menge des Aminosäureamidenstickstoffs (Asparagin).

Der Rückstand von dieser Destillation wurde wieder mit Schwefelsäure stark angesäuert, eingeengt, mit konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz eines Tropfens Quecksilber verbrannt und der Stickstoff darin bestimmt. Diese Stickstoffmenge um die Hälfte des Asparaginstickstoffs vermindert, entsprach dem Stickstoff der Aminosäuren und anderen nicht proteinartigen und durch Phosphorwolframsäure nicht fällbaren Stickstoffverbindungen.

Von einer besonderen Bestimmung des mit N_2O_3 abspaltbaren Aminosäurestickstoff habe ich Abstand genommen, da die zuckerhaltigen Lösungen bei dieser Behandlung zu sehr schäumten.

Der unlösliche Rückstand der Samen wurde samt dem restierenden Teil des Auszuges verbrannt und Stickstoff darin bestimmt. Nachdem man von der gefundenen Menge desselben diejenige, welche auf den dem unlösslichen Rückstande anhaftenden Teil des Auszuges entfiel, abzog, erhielt man den Stickstoff der unlösslichen Eiweissstoffe der Samen.

Bei diesem eben geschilderten Analysengange mussten zwei kleine Korrekturen an den erhaltenen Zahlen angebracht werden. Blinde Bestimmungen zeigten, dass 10 cc. $Ca(OH)_2$, welche jedesmal für die Eiweissbestimmung benutzt wurden, mit dem Filter allein verbrannt mit Natronlauge ein Destillat gaben, welches 0·37 cc $^1/_{10}$ Normalsäure neutralisierte. Bei der Bestimmung der lösslichen Eiweissstoffe hat man also immer von der Menge der durch das entsprechende Destillat neutralisierten $^1/_{10}$ Normalsäure jedesmal 0·37 cc in Abzug gebracht.

Auch zeigte mir eine Verbrennung eines Filters mit 10 cc der

Digitized by Google

für die Fällung benutzten Phosphorwolframsäurelösung, dass das betreffende Destillat mit Natronlauge 0·9 cc $^1/_{10}$ Normalsäure neutralisiert. Ich habe deshalb für jede Fällung genau 10 cc. dieser Phosphorwolframsäurelösung gebraucht und bei der Verbrennung des Filtrates bei der Bestimmung des Stickstoffs der Aminosäuren und sonstigen Verbindungen wieder 0·9 cc von der Menge des durch das Destillat neutralisierten Menge $^1/_{10}$ Normalsäure abgezogen.

Da die Lupinensamen am Ende des Versuches immer bereits lange tot waren so war a priori zu erwarten, dass ihre löslichen Verbindungen zum grössten Teil in die umgebende Zuckerlösung diffundiert sind und dass sie also dort zu suchen waren. Um sämtliche in der Lösung und in den Samen sich befindende Stickstoffverbindungen zu bestimmen, konnte man einen doppelten Weg einschlagen: entweder die Samen zerreiben und sie samt der gesamten Lösung auf die eben geschilderte Weise digerieren und analysieren, oder aber die Lösung und die Samen getrennt der Analyse unterwerfen.

Da ein Teil der Lösung bei jedem Versuche für die Bestimmung des Zuckers verwendet wurde, so war damit der erste Weg ausgeschlossen und man musste sich zu einer getrennten Analyse der Lösung und der Samen wenden.

Für die Bestimmung der Stickstoffverbindungen in der Lösung, in welcher die Samen während des Versuches verweilten, verwendete man denjenigen Anteil desselben, von welchem der Alkohol abdestilliert wurde[1]). Der Rückstand von der Destillation, zu welcher man 100 cc der ursprünglichen Lösung (also $^2/_3$ der Gesamtlösung) benutzte, wurde wieder auf 100 cc aufgefüllt und, wie oben beschrieben, portionsweise für die Analyse verwendet. Die Samen selbst wurden im Exsicator über Schwefelsäure getrocknet, nach dem Abwiegen und nach leichtem Anfeuchten zerrieben, auf die beschriebene Weise mit Wasser digeriert und besonders analysiert.

Ergebnisse.

Analyse des Ausgangsmaterials:

1·6809 gr Lupinensamenmehl gaben 0·1058 gr N, also 6·30%.

2·0778 gr Lupinensamenmehl mit 250 cc Wasser digeriert und auf verschiedene Stickstoffverbindungen untersucht, ergab folgendes:

[1]) Bei einem Versuche überzeugte ich mich durch eine besondere Prüfung, dass das Destillat kein Ammoniak enthielt.

Digitized by Google

TABELLE V.

Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	0·08898 gr	also	4·277%	5·533%
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·02615 „	„	1·257 „	
Stickstoff der Peptone und organischen Basen	0·00818 „	„	0·393 „	
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00440 „	„	0·211 „	
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·00410 „	„	0·197 „	
			6·335%	

Analyse des Materials aus dem Versuche II mit 19 Samen = 2·4338 gr in 2% Traubenzuckerlösung:

TABELLE VI.

	In der Lösung	In den Samen	Zusammen	In % des ursprünglichen Samenmaterials	
Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	—	0·08113	0·08113	3·327	3·924
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·00720	0·00736	0 01456	0·597	
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	0·00409	—	0·00409	0·168	
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00692	0·00280	0·00972	0·399	
Stickstoff der Aminosäuren org. Basen etc.	0·04758	0·00248	0·05066	2·053	
	0·06579	0·09377	0·15956	6·544	

Analyse des Materials aus dem Versuche III 25 Samen = 3·407 gr in 3% Fruchtzuckerlösung:

Digitized by Google

TABELLE VII.

	In der Lösung	In den Samen	Zusammen	In % des ursprünglichen Samenmaterials	
Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	—	0·13835	0·13835	4·060	4·373
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·00475	0·00592	0·01067	0·313	
Stickstoff der Peptone und organ. Basen	0·01605	0·00164	0·01769	0·519	
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	0 00441	—	0·00441	0·132	
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00924	0·00450	0 01347	0·395	
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·04956	0·00279	0·05235	1·536	
	0·08401	0·15320	0·23721	6·955	

Analyse des Materials aus dem III Versuche 25 Samen = 3·405 gr in 3% Rohrzuckerlösung:

TABELLE VIII.

	In der Lösung gr	In den Samen gr	Zusammen	In % des ursprünglichen Samenmaterials	
Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	—	0·11890	0·11890	3·492	4·193
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·00483	0 01904	0·02387	0·701	
Stickstoff der Peptone und organ. Basen	0·01435	0 00235	0·01670	0 490	
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	0·00420	—	0·00420	0·123	
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00924	0·00392	0·01316	0·386	
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·05134	0·00294	0·05418	1·591	
	0·08386	0·14715	0·23101	6·783	

Digitized by Google

Aus den Zahlen dieser Analysen sehen wir, dass auch unter Luftabschluss, also bei der intramolekularen Atmung die Eiweissstoffe eine weitgehende Zersetzung erleiden, dass aber diese Zersetzung von der, welche an der Luft bei normaler Atmung verläuft, sehr bedeutend abweicht. Asparagin, welches das Hauptprodukt der Zersetzung der Eiweissstoffe bei normaler Atmung bildet, tritt hier ganz in den Hintergrund, dagegen besteht die überwiegende Menge der Eiweisszersetzungsprodukte bei der intramolekularen Atmung aus Aminosäuren. Ammoniak ist auch hier in minimaler Menge zu finden. Nach aussen entweicht während der intramolekularen Atmung weder Ammoniak noch freier Stickstoff, da kein Stickstoffverlust während der ganzen Versuchszeit zu konstatieren war. In allen drei Analysen hat man im Gegenteil etwas mehr Stickstoff gefunden, als sich für das ursprüngliche Samenmaterial aus der Analyse des Samenmehls berechnete. Dieses Plus betrug 3·3% für den Versuch II in Traubenzuckerlösung, 9·8% und 8·8% für den Versuch III in Frucht- und Rohrzuckerlösung.

Dieses Resultat war etwas befremdend und bedarf einer Aufklärung. Man konnte zunächst an eine Verunreinigung der benutzten Zuckerarten mit Stickstoffsubstanzen denken.

Der grösste angebliche Überschuss an Stickstoff ergab sich in in dem Versuche III im Apparate mit Fruchtzuckerlösung.

Der Fruchtzucker, welcher zu dem Versuch diente, hatte eine Sirupform und war von Merk bezogen. Es war angezeigt, ihn auf etwaige Verunreinigung mit Stickstoffsubstanzen zu prüfen.

6·44 gr dieses Sirups, welche 4·02 gr Fruchtzucker enthielten mit Schwefelsäure verbrannt, gaben 0·56 mgr Stickstoff, woraus sich für 3·08 gr Zucker, welche in der Lösung des Apparates enthalten waren, 0·43 mgr Stickstoff berechnen. Diese Verunreinigung war also ohne jede Bedeutung.

Auf analytische Fehler konnte der angebliche Überschuss des gefundenen Stickstoffs nicht bezogen werden, dazu war er zu gross. Da der Gesamtstickstoff der Lösungen immer in zwei Portionen derselben aus der Summierung der Einzelbestimmungen ermittelt wurde (mit einer einzigen Ausnahme, wo eine Bestimmung durch Zufall verloren ging) und die grösste beobachtete Differenz zwischen beiden Bestimmungen 1·96 mgr betrug, so ist der Fehler in der Bestimmung des Gesamtstickstoffs im schlimmsten Falle auf 4 bis 5 mgr anzuschlagen.

Digitized by Google

Der angeblich gefundene Überschuss betrug aber 5·3 mgr (Apparat mit Traubenzuckerlösung), 22·4 mgr (Apparat mit Fruchtzucker) und 15·3 mgr (Apparat mit Rohrzucker). Die beiden letzten Zahlen übersteigen um ein Bedeutendes die möglichen Fehlerquellen. An eine tatsächliche Zunahme des gebundenen Stickstoffs in dem analysierten Versuchsmaterial ist selbstverständlich nicht zu denken, da ja dasselbe mit keiner Stickstoffquelle, nicht einmal mit dem freien Luftstickstoff während der Dauer des Versuches in Berührung kam, folglich kann das gefundene Plus in dem analysierten Versuchsmateriale im Verhältnisse zu der Stickstoffmenge, welche sich für dieses Material aus der Analyse der ursprünglichen Samen berechnete, nur in einer gewissen Ungleichheit des Samenmaterials selbst gesucht werden. Bei den Lupinensamen ist eine solche Ungleichheit schon a priori aus diesem Grunde wahrscheinlich, weil die Testa sehr dick ist und einen bedeutenden Prozentsatz des ganzen Samengewichtes ausmacht. Die Testa ist aber an Stickstoffbestandteilen sehr arm, das entschälte Samenkorn dagegen sehr reich.

Es ist demnach einleuchtend, dass je nach dem Gewichtsverhältnisse des Samenkorns zu seiner ganzen Testa, der ganze Samen bald einen grösseren, bald einen kleineren Stickstoffgehalt aufweisen muss. A priori ist zu erwarten, dass bei kleineren Samen die Testa einen bedeutenderen Bruchteil ihres Gewichtes bildet als bei den grösseren und dass infolgedessen die grössten Samen auch die stickstoffreichsten sein müssen.

Dementsprechend fand ich, dass 10 Samen, welche 1·355 gr wogen, 0·0869 gr enthielten, also 6·41% Stickstoff, 10 andere, deren Gewicht nur 1·1235 gr betrug, enthielten 0·0647 gr, also nur 5·76% Stickstoff.

Für die Versuche wurden die grössten Samen ausgesucht, es ist also erklärbar, dass sie an Stickstoff etwas reicher waren als die analysierte Durchschnittsprobe.

Da also anzunehmen ist, dass die für die Versuche benutzten Samen nicht überall den gleichen und der analysierten Durchschnitsprobe entsprechenden Stickstoffgehalt hatten, so werden wir die beste Übersicht über die erlangten Resultate bekommen, wenn wir die oben zusammengestellten Zahlen auf das Prozent des in jedem Versuche gefundenen Gesamtstickstoffs umrechnen. Die so berechneten Zahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Digitized by Google

TABELLE IX.

Pro 100 des Gesamtstickstoffs wurde gefunden:

	Ursprüngliche Samen	Versuchsmaterial aus dem Apparate		
		mit Traubenzucker	mit Fruchtzucker	mit Rohrzucker
Stickstoff der Eiweissstoffe . . .	87·35	59·96	62·87	61·85
„ des Ammoniaks . . .	0·00	2·57	1·90	1·81
„ der Amidosäureamide .	3·34	6·10	5·68	5·69
„ der Peptone und organ. Basen	6·20	31·37	7·46	7·23
„ der Aminosäuren und sonstigen Verbindungen	3·11		22·09	23·46

Aus dieser Tabelle ist zunächst zu entnehmen, dass in allen drei Versuchen ungefähr 30% der in den Samen vorhandenen Eiweissstoffe einer Zersetzung bei der intramolekularen Atmung anheimgefallen sind. Genau berechnet sich diese Menge für den Versuch in Traubenzuckerlösung auf 31·35%, für den Versuch in Fruchtzuckerlösung auf 28·03% und endlich für den Versuch in Rohrzuckerlösung auf 29·24%. Dürfte man diesen ganz geringen Differenzen irgend ein Gewicht beilegen, so liesse sich schliessen, dass die stärkste Eiweisszersetzung in Lupinensamen in denjenigen Zuckerlösungen vonstatten ging, in welchen auch die intramolekulare Atmung dieser Samen am intensivsten verlief. Indessen sind diese Differenzen zu klein, um einen solchen Schluss zu gestatten, viel eher dürfte der Schluss berechtigt sein, dass die Intensität der durch die Lupinensamen entwickelten alkoholischen Gärung, wenn überhaupt, so nur in einem sehr geringen Grade die Grösse ihrer Eiweisszersetzung beeinflusst.

Was nun die quantitativen Verhältnisse betrifft, in welchen unter Sauerstoffabschluss verschiedene Produkte der Eiweisszersetzung in den Lupinensamen entstehen, so will ich zur Veranschaulichung der erlangten Resultate noch eine Tabelle zusammenstellen, in welcher die Stickstoffmengen einzelner Zersetzungsprodukte in

Digitized by Google

Prozenten des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe angegeben sind. Bei der Berechnung der Zahlen dieser Tabelle wurde vorausgesetzt, dass die nichtproteinartigen Stickstoffverbindungen der Lupinensamen keine Änderung während des Versuches erfahren haben. Man hat also bei diesen Berechnungen von den Mengen einzelner Stickstoffformen, welche man im Versuchsmateriale fand, die Mengen der entsprechenden Stickstoffformen in den ursprünglichen Samen abgezogen und erst diese Differenzen als durch Eiweisszersetzung gebildet betrachtet und in die Tabelle aufgenommen.

Wenn wir also z. B. pro 100 des Gesamtstickstoffs im Versuchsmateriale aus Rohrzuckerlösung 5·69% und in den ursprünglichen Samen 3·34% in der Form von Asparagin fanden, so betrachteten wir nur 5·69—3·34 = 2·35% als Stickstoff dieses Asparagins, welches durch Eiweisszersetzung gebildet wurde. Diese 2·35% Asparaginstickstoff stammte aber aus 25·54% der zersetzten Eiweissstoffe, folglich sind pro 100 der zersetzten Eiweissstoffe nur 9·2% in die Asparaginform übergegangen.

Auf diese Weise wurden folgende Zahlen berechnet:

TABELLE X.

Aus 100 Stickstoffteilen der zersetzten Eiweissstoffe entstanden:

	Versuchssamen in Traubenzuckerlösung	Versuchssamen in Fruchtzuckerlösung	Versuchssamen in Rohrzuckerlösung
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	9·50	7·76	7·09
„ der Aminosäureamide . .	10·01	9·56	9·20
„ der Peptone und organ. Basen	81·59	5·15	4·04
„ der Aminosäuren u. sonstigen Verbindungen . .		77·54	79·68

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen noch viel deutlicher als diejenigen der Tabellen VI, VII, VIII und IX den bedeutenden Unterschied, welcher in Bezug auf die Produkte der Eiweisszersetzung in der Pflanzenzelle besteht je nach dem dieselbe dem Luftzutritt ausgesetzt oder ihm entzogen ist. Während im ersten

Digitized by Google

Falle, wie aus zahlreichen Untersuchungen längst bekannt ist, das Asparagin das Hauptprodukt der Zersetzung bildet, so dass der Stickstoff desselben etwa 60—80% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe ausmacht, tritt diese Verbindung im letzten Falle nur ganz spärlich unter den Eiweisszersetzungsprodukten auf. In der Tat sehen wir aus der Tabelle X, dass kaum 9 bis 10% Stickstoff der zersetzten Eiweissstoffe die Form von Asparagin annimmt. Auch die organischen Basen sind nur in ganz geringen Quantitäten unter den Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe bei Sauerstoffausschluss vorhanden. Dagegen bestehen die Hauptprodukte dieser Eiweisszersetzung aus Aminosäuren und vielleicht noch anderen nicht näher bestimmten Verbindungen. Etwa 77 bis 80% Stickstoff der unter Luftabschluss in Lupinensamen zersetzten Eiweissstoffe wird in dieser Form vorgefunden.

Man könnte gegen die Stichhaltigkeit unserer Resultate vielleicht einwenden wollen, dass ihnen Analysen eines bereits durch Erstickung abgestorbenen Materials zu Grunde liegen, dass also in solchen Analysen auch gewisse möglicherweise stattfindende postmortale Änderungen der Stickstoffverbindungen mit in Kauf genommen werden mussten. Wenn auch ein solcher Einwand eine gewisse Berechtigung zu haben scheint, so ist doch zu bemerken, dass irgend eine wesentliche Beeinflussung der erlangten Resultate seitens solcher postmortalen Änderungen höchst unwahrscheinlich ist. An Fäulnis ist ja selbstverständlich wegen des vollkommenen Sterilbleibens des Versuchsmaterials hier nicht zu denken, man könnte also nur gewisse rein chemische, infolge der Aufeinanderwirkung verschiedener Produkte der intramolekularen Atmung und der Eiweisszersetzung sich abspielende Prozesse voraussetzen [1]).

Nun ist aber kaum anzunehmen, dass derartige Prozesse irgend etwas Wesentliches in dem endgültigen Versuchsresultate abzuändern vermöchten. Wollte man z. B. annehmen, dass das Asparagin deshalb so spärlich gefunden wurde, weil es postmortal durch etwa vorhandene organische Samen invertiert wurde, so ist darauf zu erwidern, dass man dann eine entsprechend grössere Ammoniak-

[1]) Dass ich die Analyse des Versuchsmaterials erst nach dem ganzen Aufhören der Gasausscheidung, also nach dem Tode des Samens unternommen habe, das hatte seinen Grund darin, dass ich die ganze Eiweisszersetzung, zu welcher das benutzte Material unter Luftabschluss fähig war, zum Ausdruck bringen wollte.

Digitized by Google

menge in dem Versuchsmateriale finden müsste. Nun hat man aber in diesem Materiale durchaus nicht mehr Ammoniak gefunden, als man gewönlich dann findet, wenn die Eiweisszersetzung in der Luft verläuft und mit der Bildung von grossen Asparaginmengen verbunden ist. Wollte man sogar behaupten, dass das ganze im Versuchsmateriale gefundene Ammoniak aus der postmortalen Inversion des Asparagins stamme, (was kaum anzunehmen ist), so würde auch damit in unseren Resultaten, dass nämlich die Aminosäuren das Hauptprodukt der Eiweisszersetzung während der intramolekularen Atmung bildet und Asparagin nur spärlich dabei entsteht, nichts Wesentliches geändert.

Für die Gesetzmässigkeit und Richtigkeit unserer Resultate bietet ganz besonders die grosse Übereinstimmung der bei allen drei Versuchen gewonnenen Zahlen eine hinreichende Garantie.

Wir sehen nämlich aus der Tabelle X, dass die Verhältnisse, in welchen einzelne Formen der Eiweisszersetzunsprodukte untereinander stehen, in allen drei Versuchen dieselben sind. Auch das Prozent der Eiweissstoffe, welche der Zersetzung anheimfielen, ist überall fast gleich.

Sollten gewisse Nebenumstände, wie postmortale Zersetzungen bei der Erlangung unserer Resultate mitgewirkt haben, so hätte schwerlich eine so grosse Übereinstimmung derselben erzielt werden können.

Ich finde mich verpflichtet deutlich zu betonen, dass meine Resultate mit den Schlüssen, welche Palladin aus der zweiten seiner oben besprochenen Arbeiten zog, sich eigentlich fast vollkommen decken.

Obgleich also die Versuche Palladins in methodischer Hinsicht, wie wir gesehen haben, durchaus nicht einwandsfrei waren und namentlich wegen der Möglichkeit einer Mitwirkung der Fäulnis wenig stichhaltig zu sein schienen, so sind doch die Schlüsse, welche Palladin aus ihnen gezogen hat[1]), im allgemeinen richtig. Palladin war also der erste, welcher erkannt hat, dass der Stickstoffumsatz bei der Zersetzung der Eiweissstoffe in der Pflanze unter Sauerstoffabschluss anders als bei Luftzutritt verläuft.

[1]) Unrichtig ist jedenfalls der Schluss Palladins, dass bei der Eiweisszersetzung in Gegenwart des atmospherischen Sauerstoffs beim Weizen das Asparagin fast das einzige stickstoffhaltige Produkt der Eiweisszersetzung ist. In der Tat tritt nur etwa 50—60% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe beim Weizen in der Form von Asparagin auf.

Digitized by Google

Wenn wir nun die Frage aufwerfen, wie dieser Unterschied in der Richtung der Eiweisszersetzung bei und ohne Sauerstoffzutritt zu erklären ist, so scheint mir der Schlüssel zur Lösung dieser Frage durch die Schulzesche Auffassung der Asparaginbildung in der Pflanze gegeben zu sein. Bekanntlich nimmt Schulze an, dass das Asparagin, wenn überhaupt, so nur in ganz kleiner Quantität, als ein unmittelbares Produkt der Eiweisszersetzung sich in der Pflanze bildet und die grossen Mengen Asparagin, welche man so oft, namentlich in den Keimpflanzen der Leguminosen begegnet, nicht als unmittelbare Zersetzungsprodukte der Eiweissstoffe, sondern als Vorstufen ihrer Regeneration zu betrachten sind.

Dieser Auffassung nach wird also wenigstens die Hauptmenge des Asparagins erst synthetisch aus den Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe gebildet. Die Eiweisszersetzung selbst beruht nach Schulze in der Pflanzenzelle ganz änlich wie im Verdauungskanale der Tiere auf der spaltenden hydrolitischen Wirkung gewisser proteolitischen Enzyme. Die Existenz solcher proteolytischen Enzyme in den keimenden Samen ist auch experimentell nachgewiesen worden. Auch die Produkte dieser Eiweiss-hydrolisierenden Enzymwirkung sind in der Pflanzenzelle dieselben, wie sie für tryptische Verdauung nachgewiesen wurden: es sind also vor allem Aminosäuren und Hexonbasen.

Das Asparagin entsteht erst nachträglich aus denselben synthetisch als erste Stufe der Eiweissregeneration.

Wenn wir nun unsere Versuchsresultate auf Grund dieser Schulzeschen Anschauung deuten wollen, so müssen wir annehmen, dass bei den höheren Pflanzen nur die eigentlichen enzymatischen Zersetzungserscheinungen der Eiweissstoffe unter Luftabschluss zustande kommen können, dass dagegen für die synthetischen Prozesse der Eiweissregeneration, also auch für Asparaginbildung auf Kosten anderer Eiweisszersetzungsprodukte der Luftzutritt, also die Mitwirkung der normalen Atmung unumgänglich notwendig ist.

Dementsprechend fanden wir in den unter Luftabschluss intramolekular atmenden Lupinensamen nur eine ganz geringe, aus der enzymatischen Eiweissspaltung stammende Asparaginmenge neben sehr bedeutenden Mengen von Aminosäuren. Ein ähnliches Verhalten fand Frau Balicka [1]) in den allerersten Keimungsstadien

[1]) Balicka: „Recherches sur la décomposition et la régénération des corps

Digitized by Google

der Lupinensamen an der Luft. Während aber dieser Spaltungsprozess an der Luft bald durch einen Regenerationsprozess, bei welchem Asparagin auf Kosten der primären Spaltungsprodukte sich reichlich bildet, gefolgt und begleitet wird, bleibt dieser letzte Prozess bei Luftabschluss gänzlich aus.

Ist diese eben entwickelte Anschauung auf das Verhalten des Eiweissumsatzes bei normaler und bei intramolekularer Atmung der Pflanzenteile richtig, so haben wir ein Mittel in der Hand, um den Dissimilationsprozess der Eiweissstoffe in der Pflanzenzelle getrennt von den Prozessen, welche sich bei ihrer Synthese abspielen, zur Beobachtung zu bringen. Aus diesem Grunde verdient der Eiweissumsatz in den Pflanzenteilen, denen der Sauerstoffzutritt entzogen wird, einer grösseren Aufmerksamkeit seitens der Physiologen, als sie ihm bis jetzt geschenkt worden ist.

Zum Schluss mögen noch die wichtigsten Ergebnisse dieser kleinen Arbeit kurz zusammengestellt werden.

1. Die Lupinensamen in reines Wasser unter Sauerstoffabschluss gebracht entwickeln nur eine sehr schwache intramolekulare Atmung, dagegen wird diese Atmung ziemlich stark, wenn den Samen eine geeignete Zuckerart geboten wird. Diese intramolekulare Atmung dauert 6 bis 8 Wochen.

2. Die intramolekulare Atmung der Lupinensamen in Zuckerlösungen beruht auf der alkoholischen Gärung.

3. Traubenzucker wird von den Lupinensamen viel leichter als Fruchtzucker vergoren, Rohrzucker wird von ihnen invertiert und erst dann vergoren, er ist deshalb leichter als Fruchtzucker, aber schwerer als Traubenzucker den Lupinensamen zugänglich.

4. Die intramolekulare Atmung, welche sich in den Lupinensamen auf Kosten der ihnen dargebotenen Zuckerarten entwickelt, erleichtert die Hydrolisierung der Reservekohlehydrate der Lupinensamen und ihre Verwendung zur intramolekularen Atmung, so dass die Lupinensamen, welche in Zuckerlösungen verweilen, mehr von ihren eigenen Kohlehydraten vergären, als wenn sie in reinem Wasser liegen.

5. In Fruchtzuckerlösung und weniger leicht auch in Rohrzuckerlösung vermögen Lupinensamen auch ohne Sauerstoffzutritt

albuminoïdes dans les plantes. Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie"" 1903, S. 19.

Digitized by Google

teilweise zu keimen. Die Wurzelchen der so gekeimten Samen erreichen eine Länge von 3 bis 6 mm, worauf sie langsam absterben.

6. Während der intramolekularen Atmung der Lupinensamen in Zuckerlösungen erliegt auch ein bedeutender Teil ihrer Eiweissstoffe tiefgreifenden Zersetzungen.

7. Bis die Lupinensamen in sauerstofffreien Zuckerlösungen aus Mangel an Sauerstoff durch Erstickung absterben (was sich durch das Aufhören der Kohlensäurebildung kund gibt). werden ungefähr 30% (28 - 31%) ihrer Eiweissstoffe zersetzt.

8. Der Stickstoff der zersetzten Eiweissstoffe (über 75%) tritt ganz vorwiegend in der Form von Aminosäuren auf. Asparagin tritt dabei in ganz zurücktretender Menge auf, ihr Stickstoff macht kaum 9 bis 10% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe aus.

Auch die organischen Basen werden nicht reichlicher als Asparagin gebildet. Dieses Resultat stimmt mit demjenigen überein, welches Palladin für junge Weizenpflanzen erhalten hat.

9. Das Resultat 8 mit der Schulzeschen Theorie der Asparaginbildung in der Pflanze in Zusammenhang gebracht. lässt schliessen, dass ohne Sauerstoffzutritt nur Dissimilationsprozesse der Eiweissstoffe, nicht aber eine synthetische Asparaginbildung als Anfang der Eiweissregeneration bei den höheren Pflanzen möglich sind.

10. Der Eiweissumsatz ohne Sauerstoffzutritt verdient bei den höheren Pflanzen eben aus diesem Grunde näher erforscht zu werden, weil bei ihm Dissimilation getrennt von den syntetischen Prozessen zum Vorschein zu kommen scheint.

---

14. MM. E. BANDROWSKI m. c. et AL. PROKOPECZKO. **O działaniu benzolu na azoksybenzol w obecności chlorku glinowego.** ***(Über die Einwirkung von Benzol auf Azoxybenzol in Gegenwart von Aluminiumchlorid).*** *(De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium).*

Die Untersuchung wurde in der Hoffnung unternommen, dass die Reaktion zwischen Azoxybenzol und Benzol unter der Einwirkung von Aluminiumchlorid gemäss der Gleichung:

Digitized by Google

$$(C_6H_5)_2\,N_2O + 2C_6H_6 = (C_6H_5)_2\,N_2\,(C_6H_5)_2 + H_2O$$

verlaufen wird. Somit konnte als Reaktionsprodukt das bis nun unbekannte Tetraphenylhydrazin erhalten und die Richtigkeit der bis nun angenommenen Struktur der Azoxygruppe dargetan werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung gaben jedoch auf diese Fragen keine Antwort, da obige Reaktion nicht bewirkt werden konnte; weder unter Einwirkung von Zinkchlorid noch anderer neutraler Kondensationsmittel konnte Azoxybenzol in die Reaktion einbezogen werden; nur das Aluminiumchlorid verursacht eine energische Umwandlung, welche jedoch in einer ganz anderen Richtung verläuft.

Zu einer Lösung von je 2 gr. Azoxybenzol in 10 gr. Benzol werden 7 gr. von gut gepulvertem Aluminiumchlorid hinzugegeben Die Lösung wird dunkelrot und erwärmt sich stark, so dass dieselbe gekühlt werden musste; nach vollzogener Einwirkung, lässt man das offene Kölbchen einige Stunden an der Luft, schüttet dann Wasser hinein und bläst das Benzol in einem Dampfstrome ab. Der Rückstand wird einige Male mit Wasser ausgekocht, filtriert, getrocknet und in einem Extraktor mit Ligroin ausgelaugt; nach einstündigem Extrahieren laufen die Laugen fast farblos ab; weiteres Laugen, das einige Stunden in Anspruch nimmt, wird in einem zweiten Extraktor vorgenommen. In der Extraktionshülse bleibt zuletzt eine schwarzbraune Masse, der durch Benzol ein schwarzbrauner amorpher Körper entzogen werden konnte.

In den ersten Laugen setzt sich nach dem Erkalten reichlich ein gelber kristallinischer Körper ab. Derselbe wurde abfiltriert und einige Male aus Weingeist umkristallisiert, wobei kleine Mengen eines in Weingeist fast vollständig unlöslichen Körpers abgeschieden werden. Der umkristallisierte Körper stellt gelbe gut kristallisierte Blättchen dar, welche bei 151° schmelzen, fast ohne Zersetzung destilliert werden können und von Weingeist und Ather schwer, von Benzol leicht gelöst werden.

Die Analyse ergab:	Formel $C_{18}H_{14}N_2$ verlangt
C = 83·38, 83·20	C = 83·87
H = 5·64, 5·64	H = 5·42
N = 10·50, 10·62	N = 10·70
Mol. g. 263·4	Mol. g. 258.

Digitized by Google

Bei näherer Durchsicht der Literatur ergab sich, dass derselbe Körper von P. Griess[1]) auf einem anderen Wege, das ist durch Einwirkung von Kaliumferrocyanid auf eine wässerige Lösung von Diazobenzolnitrat erhalten und von Locher als Benzolazodiphenil erkannt wurde.

Die Identität beider Körper wurde in folgender Weise bewiesen: Locher[2]) fand, dass der Griess'sche Körper bei der Behandlung mit Zinnchlorür in salzsaurer Lösung gemäss der Gleichung:

$$C_6H_5 . N_2 . C_6H_4 . C_6H_5 + 2H_2 = C_6H_5 . NH_2 + NH_2C_6H_4C_6H_5$$

in Aminobenzol und Paraminodiphenyl vom Schmpkt. 48° umgewandelt wird. Dieselben Verbindungen entstehen auch aus unserem Produkt durch Einwirkung von Zinkstaub auf eine alkoholisch salzsaure Lösung; das Paraminodiphenyl wurde aus der Lösung als schwer lösliches Sulfat $C_{24}H_{24}N_2SO_4$ (C = 66·06, H = 5·94, N = 6·63 SO_4 = 23·14 statt C = 66·05, H = 5·50, N = 6·42, SO_4 = 21·99) gefällt und aus wässeriger ammoniakalischer Lösung als freie Base vom Schmpkt. 48° auskristallisiert.

Der Körper $C_{18}H_{14}N_2$ wird in einer alkoholisch-ammoniakalischen Lösung durch Zinkstaub beim Erwärmen leicht zu einem Hydrazoderivat reduziert. Nach der Entfärbung wurde die Lösung zur Hälfte abgedampft, der Rest in ein gleiches Volumen Wasser filtriert und durch Kochen unter Zugabe einer zur Lösung nötigen Menge Weingeist gelöst. Beim Erkalten kristallisiert das Hydrazoderivat in farblosen fadenartigen Kriställchen. Dieselben schmelzen bei 122° (Locher[2]) gibt den Schmelzpunkt zu 127° an), lösen sich sehr leicht in Weingeist, Äther und Benzol, dagegen wenig in Ligroin.

Es konnte auch das Diacetylderivat dargestellt werden, doch wurden dabei entgegen den Angaben von Locher zwei isomere Diacetylprodukte erhalten, und zwar in folgender Weise: Der Hydrokörper wird in einer zur Lösung bei gewöhnlicher Temperatur nötigen Menge Acetanhydrid gelöst. Die anfangs klare Lösung trübt sich mit der Zeit und erstarrt zuletzt vollständig. Das ausgeschiedene Produkt wird abgesogen, getrocknet und aus Weingeist umkristallisiert. Vorerst scheiden sich prachtvolle Blättchen vom Schmpkt. 217° aus, aus der eingeengten Mutterlauge werden dann nach dem

[1]) Ber. 9, 132.
[2]) Ber. 21, 912.

Digitized by Google

Einengen nadelartige viel niedriger schmelzende Kristalle abgesetzt. Durch wiederholte Kristallisationen konnten zuletzt zwei Körper mit Leichtigkeit rein erhalten werden. Der erste blättrig kristallinische in Weingeist sehr schwer lösliche schmolz bei 217°, der zweite dagegen kristallisierte in weissen Nadeln, löste sich viel leichter in Weingeist und schmolz bei 176°. Die Körper enthalten:

Schmpkt. 217°	Schmpkt. 176°
C = 76·82	C = 76·78
H = 6·25	H = 6·40
N = 9·05	N = 8·40.

Beide haben demnach dieselbe Zusammensetzung eines Diacetylderivates:

$$C_6H_5N\,.\,(C_2H_3O)\,N\,.\,(C_2H_3O)\,.\,C_6H_4C_6H_5\,,$$

welches C = 76·74, H = 5·81, N = 8·14 verlangt.

Diese gänzlich unerwartete Isomerie wird weiter untersucht.

Das zweite in Ligroin schwer, in Weingeist fast unlösliche Einwirkungsprodukt des Azoxybenzols auf Benzol bei Gegenwart von Aluminiumchlorid bildet das Diphenyl-Azodiphenyl $(C_6H_3C_6H_4N)_2$, welches von Zimmerman [1]) in gewöhnlicher Weise aus p-Nitrodiphenyl erhalten wurde. Es bildet prächtige seidenglänzende, gelbrote Kristallblättchen, schmilzt bei 250°, ist unlöslich in Weingeist und Äther, schwer löslich in Benzol.

Neben den oben genannten zwei Körpern entstehen bei der Einwirkung von Aluminiumchlorid auf die benzolische Lösung des Azoxybenzols noch andere Produkte, darunter das eine prächtig rot gefärbt, das andere schwarzbraun und amorph. Ersteres konnte nicht in reinem Zustande abgeschieden werden, das zweite lud seiner Eigenschaften wegen zur näheren Bearbeitung nicht ein.

Azoxybenzol reagiert unter denselben Bedingungen auch mit anderen Kohlenwasserstoffen: mit Toluol z. B. konnte das Benzyl-

[1]) Ber. 13, 1962.

Digitized by Google

azotolyl $C_6H_5 . N_2 . C_6H_4 . C_6H_4(CH_3)$ vom Schmpkt. 137_0 und sein Hydrazoderivat vom Schmpkt. 102°, ebenso wie das entsprechende Ditolyl-azo-ditolyl $CH_3 . C_6H_4 . C_6H_4 . N_2 . C_6H_4 . C_6H_4 . CH_3$ vom Schmpkt. 260° erhalten werden.

Der Reaktionsgang scheint in folgenden Phasen seine Erklärung zu finden:

a) $$C_6H_6 + C_6H_5 . N_2O . C_6H_5 = C_6H_5 . C_6H_4 . N_2O . C_6H_5 + 2H = \\ = C_6H_5 . C_6H_4 . N_2 . C_6H_5 + H_2O,$$

b) $$C_6H_5 . C_6H_4 . N_2O . C_6H_5 + C_6H_6 = C_6H_5 . C_6H_4 . N_2O . C_6H_4 . C_6H_5 + \\ + 2H = C_6H_5 . C_6H_4 . N_2 . C_6H_4 . C_6H_5 + H_2O.$$

Es wurde weiter untersucht, ob vielleicht das Phenylazodiphenyl nicht ein Kondensationsprodukt des Benzols mit Oxyazobenzol ist, das unter Einwirkung von Aluminiumchlorid aus Azoxybenzol entstehen könnte. Das diesbezügliche Experiment verlief jedoch resultatlos.

---

15. M. HUGO ZAPAŁOWICZ m. c. **Uwagi krytyczne nad roślinnością Galicyi.** ***(Remarques critiques sur la flore de la Galicie).***

L'auteur, qui depuis quelques mois s'occupe de la révision de l'herbier de la Commission physiographique de l'Académie, et est parvenu au Trisetum des Graminées multiflores, résume dans le présent travail les résultats de ses recherches.

Une série des variétés et formes nouvelles et deux nouvelles espèces prouvent que la flore de la Galicie, comme celle de la Pologne en général, garde son originalité vis-à-vis de sa voisine, la flore allemande.

Voilà la description des variétés et espèces nouvelles, comme de quelques formes plus importantes.

[Abréviations:

Plan.: planities (toute la Galicie jusqu'aux pieds des Carpathes).

Mont.: regio montana.

Subalp.: regio subalpina.

Alp.: regio alpina (jusqu'à 2263 m. dans les montagnes de Tatra, qui forment le plus haut groupe des Carpathes)].

Digitized by Google

Cystopteris Huteri Hausmann. Planta nostra glaucescens; apice longe acuminato, saepe declinato; forma valde constans. Caeterum frondibus oblongis, bipinnatis, pinnulis inferioribus pinnatifidis vel pinnatipartitis, superioribus incisodentatis lobatisve, praecipue margine segmentorum glanduloso pilosis. Frondibus 4·5 ctm longis et 2·5 ctm latis, stipitibus 2·5 ctm longis; rarius frondibus ad 14 ctm longis, 7 ctm latis et stipitibus 16 ctm longis.

Mont.-Subalp.

Phleum alpinum L., ubique in for. commutatam Gaud.: arista nuda margine scabra 2—3 mm longa, valvam aequans, vel paulo longior aut brevior.

var. elongata m. Culmus ad 65 ctm altus, spica cylindrica 3·5—4 ctm longa, arista nuda margine scabra 2—3 mm longa, valvam plus minusve aequans.

Mont.-Alp.

Agrostis alba L.

var. pauciflora m., culmo subrigido arcuato, 1 m alto; foliis elongatis ad 40 ctm longis, 3—3·5 mm latis, vix scabriusculis; panicula patentissima, pauciflora, ramulis capilliformibus, fere glabris; floribus albovirentibus.

Mont.

A. canina L.

var. breviaristata m., culmo tenui erecto, foliis omnibus setaceo convolutis, valvis viridiflavescentibus vix colore violaceo subfusis; palea inferiore trinervia, breve bidentata, nervis viridibus; nervo dorsali sub medio in aristam abeunti, arista geniculata palea breviore.

Plan.

A. rupestris All.

var. subscabra m., ramulis paniculae subscabris, planta minor, pro parte pygmaea. Occurrit ramulis nonnullis tantum pilis rigidis instructis.

Alp.

Calamagrostis Kotulae m. (n. sp.). Rhizoma repens, densum caespitem culmorum foliorumque nutriens. Culmis strictis, ad 80 ctm altis, levissimis, superne obscure violaceis; ramulis paniculae scabris vel scabriusculis, violaceis; foliis linearibus, longe acuminatis, rigidis, fere pungentibus, margine scabris, partim convolutis, obscure viridibus; vaginis glabris, nonnullis sub ligula tenuissime barbatis, pro parte violaceis; ligula 2—3 mm longa, vaginarum inferiorum

Digitized by Google

brevissima truncata; panicula densiflora, post anthesin anguste contracta, valvis (in statu maturitatis) fulvis; spiculis 3—4·5 mm, plerumque 4 mm longis; valvis lanceolatis, acuminatis, dorso glabris vel scabriusculis, paleas 1 mm superantibus; valvae inaequales, superior inferiore 0·5 mm brevior; palea inferior pilos coronae plus minusve aequans, quinquenervia, nervis prominentibus, profunde dentato-mucronulata, margine pellucido membranaceo, praeterea fulva, in duobus tertiis aristata; arista valida, recta vel vix arcuata et aut brevis emarginaturas attingens vel paulo longior sed nunquam dentes superans, aut minima rudimentarisve et sub microscopio ut apiculum tantum apparens; palea superior oblongo lanceolata, fere $^2/_3$ inferioris aequans; rudimentum secundi floris brevissimum. Exceptis raris barbulis vaginarum tota planta glaberrima.

In magnis turfosis Galiciae occidentalis et Oraviae hungaricae, prope Piekielnik, a B. Kotula lecta et ad C. lanceolatam Roth relata.

Species valde memorabilis, in sectionem Calamagridis, intra C. lanceolatam Roth et C. villosam Mutel, ponenda.

Amico defuncto, Boleslao Kotula, profesori gymnasiali in oppido Przemyśl, illustri auctori Florae Przemyślensis et Distributionis plantarum vasculosarum in montibus Tatricis, dedicatum.

Mont.

C. villosa Mutel (C. Halleriana P. B.). Ubique in forma carpatica: subglabrata, arista recta capilliformi sub medio dorsi inserta, palea breviore.

var. Krupae m. Debilior, agrostiformis, 50—70 ctm alta, panicula 6—10 plerumque 8 ctm longa, pauciflora, contracta; floribus 3—4 mm longis rufescentibus, muticis; culmo foliisque laete viridibus; foliis 3—4 mm latis, margine scabris, supra pilis valde dispersis tecta; vaginis inferioribus culmoque sub et in panicula scabriusculis vel fere glabris, ramulis scabris; vaginis sub ligula tenuissime barbatis; ligula vaginarum superiorum ovalis 3 mm longa remote denticulata, inferiorum brevis truncata; palea inferior pellucido membranacea, apice acute dentata vel mucronulata, palea superiore plus quam duplo longior, pilis coronae brevior. Forma valde constans.

Non var. mutica Torges. A var. gracilescente A. et G. floribus muticis etc. optime differt.

Mont.

C. arundinacea Roth.

Digitized by Google

var. subbiflora Torges; spiculis pro parte bifloris, floribus ambobus perfectis.

Alp.

Avena elatior L.

var. carpatica m. Culmi rigidiores, 0·80—1 m alti, basi subgeniculati, saepe inferne cum vaginis violacei; spiculae majores, valva superior 10—11 mm longa, floribus paulo major vel vix brevior; paleae glabrae; valvae et paleae compactiores violaceo tinctae; arista maxima ad 18 mm longa.

Subalp.

A. pubescens Huds.

var. alpina Gaud. (var. glabra Fr.). Forma carpatica: planta glabra, spiculae biflorae, cum rudimento tertii floris, axis floris rudimentaris in parte media glabrescens et plerumque tantum scaber, valva inferior partim subtrinervia, superior 16 mm longa. Planta ad 1 m. alta.

Subalp.

var. minor m., culmis tenuioribus sed strictis, superne cum ramulis plerumque rubro violaceis; spiculis bifloris cum rudimento tertii floris, minoribus, valvis superioribus 11 mm longis; valva inferiore partim subtrinervia. Planta glabra vel fere glabra, rarius glaucescens.

Plan.

A. pratensis L. Rara; occurrit in duabus varietatibus:

a) scabra m. Culmi superne, vaginae et folia utrinque ac margine scabra, praeterea vaginae atque folia culmea superne hispidula, folia 3—4 mm lata inferiora plicata; rachis et rami scabri; panicula contracta, ad 18 ctm longa, rami inferiores gemini, longiores (1·5 ctm) duas spiculas gerentes; spiculae albovirentes vix violaceo subfusae, 20—22 mm longae, ambae valvae trinerviae, dorso scabrae; axis florum toto latere dense et longe pilosus. Ad 1 m altitudinis.

b) glabrata m. Culmi vaginaeque leves, folia omnia brevia plicata margine scabra; panicula 6—10 ctm longa spiciformis, rami inferiores gemini, omnes unam spiculam gerentes, rami inferiores spiculis breviores, superiores brevissimi; spiculae minores 15—18 mm longae, albovirentes violaceo subfusae; ambae paleae trinerviae, dorso vix scabrae vel fere glabrae; axis florum in parte inferiore glabrescens, scaber; rachis et ramuli scabriusculi vel subglabri. Planta

Digitized by Google

50—60 ctm alta. Forma memorabilis et quasi transitoria ad A. alpinam Smith. Var. subdecurrens Borbás spiculis magnis etc. differt.

Plan.

A. alpina Smith. Forma carpatica: culmo vaginisque glabris, rarius vaginis scabriusculis, foliis glabris margine scabris; culmo superne et nonnullis vaginis foliisque plerumque violaceis; panicula spiciformi, spiculis 12—17 mm longis violaceo fusco pictis, palea profundius dentata, rarius ad medium fissa; axi florum in parte inferiore glabrescente scabro; ambae valvae trinerviae dorso scabriusculae vel fere glabrae; rachis et rami scabriusculi vel subglabri.

Alp.

A. planiculmis Schrad. Forma glabrescens: ramis inferioribus plerumque geminis, axi florum in parte inferiore semper glabrescente scabro.

Alp.

a) czywczynensis m., omnibus vaginis teretibus et cum culmo levibus; foliis tantum margine scabris; culmo superne et in panicula scabro cum ramulis violaceo, etiam vaginis foliisque partim violaceis; palea inferiore apice profunde dentata vel dorso ad medium fissa, dentibus, id est nervis lateralibus in mucronulum aristeformem rectum, tenuem circa 1 mm longum abeuntibus — (quod caeterum etiam in aliis graminibus montanae ac alpinae regionis plus minusve saepe observatur); axis florum in parte inferiore glabrescens scaber.

Alp.

b) hispidula m. Culmus inferne et praecipue vaginae ac folia margine retrorsum manifeste scabra; folia viridia elongata, stolonum ad 60 ctm longa, 3—4 mm lata, supremum folium culmeum ad 5 ctm longum; culmus superne rachis et ramuli setoso hispiduli vel fere hispidi; valvae in nervis atque palea inferior cum arista setoso scabrae; axis florum in parte inferiore glabrescens scaber. Ad 1·10 m altitudinis.

Plan.

c) glauca Preissmann (?) Folia elongata, margine scabra, glauca; culmus levis, vaginae glabrae vel scabriusculae; rachis glabra aut ad nodos hispidula, ramuli scabri; valvae dorso cum arista scabriusculae, palea inferior scabriusculo punctata; axis florum in parte inferiore glabrescens scaber. Caeterum ut in var. b). Ad 1·25 m altitudinis.

Plan.

Digitized by Google

Quant au Trisetum l'auteur démontre, que la vieille Avena carpatica Host n'est qu'une variété alpine du T. flavescens P. Beauv., comme la var. variegata Gaud. de la même espèce forme une variété d'une region des montagnes ordinairement inférieure (subalpine) — et que au contraire le T. alpestre P. Beauv. est une espèce bien remarquable et différenciée.

Trisetum flavescens P. Beauv.

var. Paczoskii m., culmis vaginis foliisque glaucescentibus. Occurrit in duabus formis:

1) for. scabriuscula; paleae inferiores florum superiorum latere scabriusculae, in flore inferiore fere glabrae (dentibus brevissimis punctatae); spiculae viridiflavescentes;

2) for. subpilosa; paleae inferiores subpilosae, spiculae magis flavescentes.

Plan.

T. Tarnowskii m. (n. sp.). Rhizoma repens, 3—7 culmos et stolones agens; culmi leves, tenues sed rigidi, 45—70 ctm alti, ex basi subgeniculata erecti, inferne partim violacei; folia infima ac stolonum — deficientia (specimina evidenter locis valde siccis lecta); vaginae inferiores retrorsum pilosae, superiores glabrae; folia culmea plana rigida, 5—9 ctm longa et 5—7 mm lata, rarius in speciminibus humilioribus folium supremum 3·5 ctm longum, 2·5 mm latum, omnia folia valde remota, culmo adpressa, supremum saepe basin paniculae attingens, utrinque glabra vel superne pilis valde dispersis tecta; folia margine et vaginae margine non connato scabra atque pilis subrigidis brevibus longisve ciliata; ligula brevissima denticulata aut rudimentaris; culmus, vaginae ac folia glauca; panicula 8—12 ctm longa, contracta vel subpatens, saepe flexuosa et apice nutans, ad basin nonnunquam foliolo fulcrante ad 4 mm longo membranaceo violaceo, vel rudimentari instructa; rami subverticillati, longiores 3—8 spiculas gerentes, rachis levis, ramuli fere glabri vel scabriusculi; spiculae triflorae cum rudimento quarti floris, rarius 2 vel 4 florae; valva superior trinervia, nervi prominentes laterales plus minusve dimidiam valvam aequantes, valva ab duobus tertiis sensim angustata vel sub apice acuminata, dorso levis versus apicem scabriuscula, 6—7 mm longa, spiculis 7—8 mm longis paulo brevior; valva inferior uninervia 4—5 mm longa; rarius spicula tantum 6, valva superior 5 et inferior 3 mm longae; palea inferior plerumque 5 mm longa, dorso scabriuscula, latere punctis dense

Digitized by Google

obsita, quae sub microscopio ut dentes brevissimi apparent, apice profunde bidentata, dentes in mucronulum abeuntes; paleae floris superioris fere aequilongae, in floribus inferioribus palea inferior alteram vix 1 mm superans; arista supra medium dorsi, in floribus superioribus e duobus tertiis egrediens, ad 7 mm longa geniculata scabra, in parte inferiore virescens, paulo vel vix contorta, in parte superiore violacea; ovarium glabrum, antherae fusco flavae; pili axis florum longissimi densi albosericei, in callo flores coronae instar cingentes (ut in Calamgrostide villosa), florem inferiorem dimidium aequantes, in floribus superioribus duas tertias attingentes, vel paulo longiores, pili in apice rudimenti quarti floris spiculam subaequantes; articuli axis unam tertiam floris aequantes; valvae virides colore violaceo aureoque subfusae vel plus minusve pictae, margine membranaceo albo; palea inferior similem in modum colorata, palea superior pellucido membranacea alba; spiculae subvariegatae longis pilis sericeis pulchre nitentes.

Stirps optima et valde memorabilis, in montanis Bucovinae: monte Dadul (1527 m. alto) prope Kirlibaba a Herbich (in herb. Rehmani) et monte Pietrile Domnei (Piatra Domnei) prope Rareu a Rehman lecta et T. flavescenti subjuncta. Calcarea incolere videtur.

Excellentissimo Comiti Stanislao Tarnowski, Doctori philosophiae, Professori Universitatis Jagellonicae, Praesidenti Academiae Litterarum Cracoviae etc., etc., honoris causa.

A T. distichophyllo P. Beauv. et T. argenteo Roem. et Schult. manifeste differt: culmo vaginis foliisque glaucis, foliis multo latioribus remotis rigidis ac culmo adpressis, valvis inaequalibus, valva inferiore uninervia, foliolo fulcrante etc.

Trisetaria brevifolia Baumg. est sec. Fuss (Fl. Transsilvaniae 1866, p. 728) et sec. Simonkai (Enumeratio 1886, p. 575) synonymus T. distichophylli. Sec. Simonkai (l. c.) T. distichophyllum et T. argenteum sunt species in Transsilvania dubiae; sec. Richter (Plantae Europae 1890) incolunt ambae species Alpes Europae centralis et sec. Syn. Asch. et Graeb. provenit T. distichophyllum in Carpatis Transsilvaniae meridionalis.

T. rigidum M. B. (Boiss. Fl. orient. 1884, t. V, p. 538), quod habet etiam folia glauca, differt a nostra stirpe: foliis lanceolatis longe acuminatis patentibus in parte inferiore culmorum approximatis, paniculae ramis strictis, spiculis 2—3 floris, valvis flavidis, pilis axis flosculos superiores aequantibus etc.

Digitized by Google

M. a Bieberstein (Fl. Taur. Cauc. 1808, t. I, p. 77) attribuit praeterea suae Avenae rigidae antheras violaceas et suae Avenae sesquitertiae (jam a Ledebour in Fl. Ross. 1853, t. IV p. 417 cum A. rigida conjunctae) spiculas magnitudinis Avenae elatioris — sed Boissier (l. c.) T. rigidum valde T. distichophyllo affine esse dicit.

Sec. Boissier habitat T. rigidum rupes alpinas Tauri Cilicici, Armeniae versus fontes Araxis, Caucasi omnis (6—8500′), Persiae borealis etc.

T. laconicum Boiss. (Fl. orient., t. V, p. 537), incola montis Malevo Laconiae, proxima T. flavescenti, differt: spiculis stramineis, foliis vaginisque hirtis etc.

Mont.

T. alpestre P. Beauv.

a) aurea m. Spiculae et pars inferior aristarum pulchre aureo flavae.

Subalp.

b) tatrensis m. Dense caespitosa, omnia folia plana 1—2 mm lata, folia caespitis ad 20 ctm longa fere longitudinis culmi; folia vaginae et culmus cum rachi et ramulis pilosa; spiculae albovirentes aureo pictae.

Subalp.

---

16. M. TAD. GARBOWSKI. **O transplantacyi blastomer u jeżowców.** ***(Über Blastomerentransplantation bei Seeigeln). (Sur la transplantation blastomérique chez les oursins).*** (Note préliminaire). Mémoire présenté par M. K. Kostanecki m. t.

In der vorliegenden, vorläufigen Mitteilung soll in aller Kürze über die Lösung eines schwierigen experimentellen Problems berichtet werden, welches bis jetzt von niemandem gelöst, einerseits einen neuen, tiefen Einblick in die Natur des Untersuchungsobjektes gestattet, andererseits einmal als möglich erwiesen, bei der Auffindung weiterer Wege für morphogenetische Analyse methodologisch und heuristisch viel zu leisten verspricht.

Das Problem.

Um in das Wesen des Furchungsprozesses und das Verständnis des morphogenetischen Geschehens überhaupt experimentell einzudringen, wurden Versuche in vierfacher Richtung angestellt.

Digitized by Google

Erstens trachtete man danach, auf die Gestalt des sich entwickelnden Keimes modifizierend einzuwirken, um aus der Art der Reaktion die Natur der für die Gestaltung bestimmenden Faktoren herauszulesen. Zweitens versuchte man durch Verlagerung der einzelnen Formelemente, der Blastomeren, ihre Fähigkeiten und Zusammenhänge aufzudecken. Drittens versuchte man durch Verstümmeln des Furchungsmateriales bis zum entwickelungsfähigen Minimum, die Rolle, Vertretbarkeit oder Unentbehrlichkeit einzelner Bestandteile festzustellen. Viertens hat man endlich den umgekehrten Weg eingeschlagen und verfolgte die Entwickelung künstlich verschmolzener Eier oder Larven. In allen diesen Richtungen wurde Hervorragendes geleistet und höchst wichtige Aufschlüsse über die Individualität der Furchungskugeln und über den Grad der Determinierung des Furchungsverlaufes erlangt.

Um aber über die Selbständigkeit und Variationsbreite der Blastomeren, die Sphäre ihrer gegenseitigen Beeinflussung, die Qualität ihrer immanenten Veranlagung, ihre homogene oder heterogene Prospektivität, das Wesen der Furchungsbilder, ihre physiologische Bedeutung u. dgl. sicher urteilen und entscheiden zu können, müsste man über die Vorteile, die sich aus den Bestrebungen jeder einzelnen von jenen vier Richtungen einzeln ergeben, zu gleicher Zeit und bei einem und demselben Versuchsobjekte verfügen.

Das Problem, welches den Verfasser seit langer Zeit beschäftigte, lautete somit dahin: in einem einfachen physiologisch-morphogenetischen Experimente die Bedingungen aller in jener vierfachen Richtung angestellten Versuche zu vereinigen.

Von der Möglichkeit eines derartigen Experimentes haben den Verfasser vor allem die recht seltenen und nur ausnahmsweise gelingenden Versuche mit verschmolzenen Tierkeimen überzeugt; dafür schien auch das in der Natur nicht fehlende Verschmelzen geweblicher, vielzelliger Organismen, wie der Spongien- und Medusenlarven *(Mitrocoma)*, der Placulaeaden *(Trichoplax)*, der Heterocyemiden u. a. zu sprechen. Allerdings war das Resultat bei den Verschmelzungsversuchen meistens wenig instruktiv. Echinodermenblastulae, die bereits vor einem Dezennium von Driesch, sodann von Morgan und Loeb zur Verschmelzung gebracht wurden, gestalteten sich gewöhnlich zu verwachsenen Zwillingen, indem sie zwei gesonderte Darmeinstülpungen, Skelette u. s. w. anlegten und

Digitized by Google

nur manchmal sich zu einfachen Bildungen nachträglich umdifferenzierten. Wo regelmässige Larven von doppelter Grösse in dem Versuchsmateriale gefunden wurden, konnte ihre Entstehungsweise nur auf Grund ihrer Grösse und der doppelten Zellenzahl in den Organen wohl vermutet, nicht aber direkt beobachtet werden. In neuester Zeit (1902) hat Lillie auf Eier von Trochophoratieren mit Chlorkalium und mit Calciumbichlorid eingewirkt, wobei sie amoeboid wurden und plasmodienartige Verbindungen eingingen. Aus solchen Eiern entwickeln sich sehr auffallende, teratogene Larven, die indessen sowohl bei KCl-als auch bei $CaCl_2$-Lösungen Einzelbildungen bleiben. Verschmelzung von Blastulalarven hat man als „embryonale Transplantation" bezeichnet; nicht mit vollem Rechte.

Eine echte Blastomeren-Transplantation würde die Bedingungen des gesuchten morphogenetischen Experimentes erfüllen. Es ist nötig, eine gewisse Zahl von Blastomeren eines Tierkeimes mit einer Anzahl von Zellen aus einem anderen sich furchenden Ei zusammenzuführen und sich gemeinsam entwickeln zu lassen. Während die Versuche mit zusammengewachsenen Stücken von Froschlarven, Anneliden oder Schmetterlingspuppen nichts anderes erweisen als die angeborene Fähigheit tierischer Gewebe zusammenzuwachsen, liesse sich hier, zumal an so günstigen, durchsichtigen Objekten wie es die Echinideneier sind, der ganze Weg der Entwickelung beobachten, das Verhalten jedes Blastomers feststellen, die gegenseitige Anpassung eines heterogenen Furchungsmaterials Schritt für Schritt verfolgen.

So führte den Verfasser das Problem wie von selbst auf Versuche mit jungen Seeigelkeimen.

Das Experiment.

Die Aufgabe gliedert sich in drei Teile, von denen ein jeder dem Experimentator andere Schwierigkeiten entgegenstellt und die Anwendung einer besonderen Methode nötig macht.

a) Erstens müssen entsprechend junge Furchungsstadien in geeignete Fragmente zerlegt werden, ohne deren Entwickelungsfähigkeit ernstlich zu gefährden.

b) Zweitens müssen die Bruchstücke bald nach der Operation eng und genügend fest an einander gelegt werden, um an selbst-

Digitized by Google

ständiger Individualentwickelung behindert zu sein, ohne indessen unter dem Drucke wesentlich zu leiden.

c) Drittens müssen sich die zusammengekitteten Stücke genügend von einander unterscheiden, damit der Beobachter in der Lage sei, ihre Bezirke und die ihrer Derivate mit Sicherheit auseinanderzuhalten.

Die passenden Methoden wurden an Eiern von vier Seeigelarten gesucht und modifiziert, *Psammechinus miliaris* und *microtuberculatus*, *Paracentrotus lividus* und *Sphaerechinus granularis;* an dem ersteren in der Bretagne, im Laboratoire Lacaze-Duthiers in Roscoff, an den übrigen vornehmlich an der Neapler Station. Nur mit *Psammechinus miliaris*, der in Roscoff stets in grosser Menge zu haben ist und sich auch in Aquarien vorzüglich hält, ist das Experiment gelungen.

a) Der erste Teil der Aufgabe — die Fragmentierung — kann in verschiedener Weise erledigt werden. Das präziseste, aber auch mühevollste und in Anbetracht der geringen Anzahl von Versuchsobjekten, die auf einmal aufgearbeitet werden können, unbequemste Verfahren besteht in dem direkten Zerschneiden der Keime mit dem Messer. Die Messer hat sich der Verf. aus feinen Stahlnadeln unter stärkerer Lupenvergrösserung auf einem Stein geschliffen. Da der zu schneidende Gegenstand bloss 0·1 mm im Durchmesser beträgt, kann das Schneideinstrument im Rücken nicht mehr als 0·005—0·015 mm stark sein, bei einer Breite der Klinge von etwa 0·15 mm; die Länge betrug ca. 1 mm. Mit dieser Seziernadel lässt sich ohne Schwierigkeit unter mittelstarken Objektiven auch ohne Inversionsprisma operieren. Die Arbeit wird leichter, wenn man die Keime durch Süsswasserzusatz etwas quellen lässt. Das Deckglas mit Paraffin zu beschicken, damit die Eier an der Unterlage besser haften, wie Miss Stevens bei ähnlicher Gelegenheit verfährt, erwies sich eher hinderlich als nützlich.

Weit leichter erhält man Bruchstücke durch Zerschütteln grosser Mengen von Keimen in wenig Wasser. Ein Nachteil liegt darin, dass viele Keime erst nach sehr starkem Schütteln zerfallen, was das Furchungsmaterial offenbar empfindlich schädigen muss. Dies gilt vor allem von *Psammechinus miliaris*. So war es nötig, pulverisierte Deckglassplitter zuzusetzen, um die Wirkung auf mechanischem Wege zu beschleunigen.

Auch die Methode Loebs, die Keime aus ihren Membranen in einem hypotonischen Medium durch Quellung bruchsackartig aus-

Digitized by Google

treten zu lassen und im geeigneten Momente zu zerteilen, wäre anwendbar, zumal sie auch an die manuelle Fertigkeit geringere Ansprüche stellt als das gewöhnliche Schneiden, doch bleibt sie in manchen Fällen erfolglos, wie insbesondere bei *Psam. miliaris.*

Die Herbst'sche Methode der Eieraufzucht in kalkfreiem Seewasser kommt hier leider nicht in Betracht, da sie zur völligen Auflockerung des Blastomerengefüges führt, was keineswegs erwünscht ist.

b) Der zweite Teil der Aufgabe bietet die meisten Schwierigkeiten und konnte an tyrrhenischen Arten überhaupt nicht gelöst werden. Endlich liess sich das Ziel unter Verwendung zufällig vorhandener Gerätschaften am bretonischen *Psammechinus* erreichen. Die zur Verschmelzung bestimmten Objekte wurden, mit einander vermengt, am Boden sehr langer, senkrecht montierter Glasbüretten Mohl'scher Art zu einem Klümpchen abgesetzt und einige Zeit dem Drucke der hohen Wassersäule in der Bürette, der noch durch einen stempelartig eingetriebenen Stöpsel verstärkt wurde, unterworfen, sodann der Inhalt durch Aufdrehen des unten befindlichen, geradachsigen Ablaufhahnes vom Geissler'schen Typus mit feinem Lumen in ein flaches Uhrschälchen gebracht behufs sofortiger Auffindung und Isolierung der wenigen etwa vorhandenen Doppelstücke.

Mitunter gelingt die Connascenz, wenn man die Objekte in einem konisch zulaufenden Probiergläschen kleinster Sorte einfach mit dem Glaskopfe einer Stecknadel zusammenpresst, worauf der Inhalt rasch mittels Pipette herausgespült werden muss.

c) Die Lösung des dritten Teiles der Aufgabe war leicht gefunden, und zwar auf Grund früherer Erfahrungen des Verfassers mit Vitalfärbung. Die zusammengekoppelten Fragmente müssen verschieden gefärbt sein, um sich bequem und während der ganzen Entwickelungsdauer vom Beobachter auseinanderhalten zu lassen. Es wurde zunächst zu zwei recht auffallend tingierenden Anilinderivaten gegriffen, dem Methylenblau und dem Toluidinoxydationsprodukte — Neutralrot. Während aber der letztere Farbstoff von sämtlichen darauf hin geprüften Eiern gierig aufgenommen und bestens vertragen wird, so dass nicht einmal die Dauer des Furchungsprozesses verändert wird und die tiefroten Plutei ebenso rasch wachsen und ebenso gut in den Aquarien leben wie die ungefärbten, scheint beim Methylenblau die Wirkung nicht nur von der Qualität der einzelnen beigemengten Farbstoffe abzuhängen, sondern

Digitized by Google

je nach der Art des Tieres und den Umständen verschieden zu sein. Die Entwickelung von *Paracentrotus* und *Psamm. miliaris* erschien in Roscoff selbst bei kaum bläulich gefärbten Lösungen ausserordentlich verlangsamt und früh sistiert. Deshalb scheint es geraten zu sein, von blauen Farbstoffen, wenn dieselben nicht von vorzüglicher Qualität sind, lieber ganz abzusehen, die Färbung mit einem anderen Farbstoffe ausser dem Neutralrot überhaupt zu unterlassen und die Connascenz roter Elemente mit natürlichen hyalinen zu versuchen. Bei betreffenden Doppelstücken heben sich die Farben rot und gelblichhyalin von einander prächtig ab und bieten Bilder, die ob ihrer Auffälligkeit und Originalität im Laboratoire zu Roscoff viel Aufsehen erregten.

Ansonst kann noch das Phenylenbraun (Vesuvin) als dasjenige Präparat genannt werden, welches nach dem Neutralrot am wenigsten störend einwirkt.

Entwickelung zu künstlichen Individuen.

Das Experiment gelang bei *Psammechinus* mit durchschlagendem und vielseitigstem Erfolge. Zwar ist auch bei ihm die Stückzahl der Verklebungen im Verhältnis zu dem bearbeiteten Materiale überaus gering und von den isolierten Exemplaren liessen sich nur die wenigsten bis zum Stadium des ausgewachsenen Pluteus verfolgen, wovon der Grund vornehmlich darin zu suchen wäre, dass die Objekte während der mikroskopischen Untersuchung viel zu leiden haben; doch war das gewonnene Beobachtungsmaterial genügend, um einen allgemeinen Überblick zu gewähren, und die Art der Furchung recht variabel, um in verschiedenster Richtung über die Entwickelungsbahn der Blastomeren Aufschlüsse zu erteilen.

Ohne in eine detaillierte Beschreibung der beobachteten Fälle einzutreten, die erst in der ausführlichen Publikation gegeben werden kann, mögen an dieser Stelle lediglich die allgemeinen, für die Entwickelung künstlicher Individuen charakteristischen Tatsachen Erwähnung finden, wobei auch der normale Furchungsverlauf des *Psamm. miliaris* mit wenigen Worten gestreift werden muss.

Die Furchung verläuft bei dieser Form nach demselben Typus, wie er bereits von Selenka für die Art *microtuberculatus* und andere Gattungen der Seeigel angegeben wurde. Auch hier zerfällt das Ei durch zwei meridionale Teilungen in 4 gleichgrosse Zellen

Digitized by Google

A—D [1]), die durch äquatoriale und meridionale Furchen (und bis zur siebenten Zellgeneration synchron) in Deszendenten aufgeteilt werden. Dieselben sind annäherend gleich gross mit Ausnahme der vegetativen kleinzelligen Polrosette — und zu übereinandergelagerten Kränzen gruppiert, wie dies aus dem in Fig. 1 abgebildeten 32-zelligen [2]) Stadium ersehen werden mag. Da nach der Conklin'schen Nomenklatur die Blastomeren mit jeder neuen Generation einen neuen (unpaaren oder paarigen, je nachdem die Tochter-

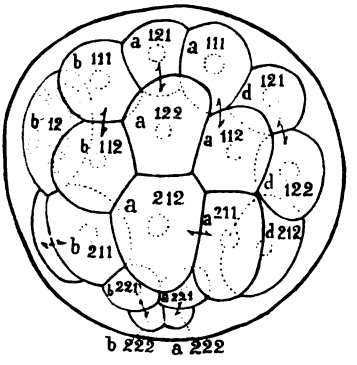


Fig. 1.

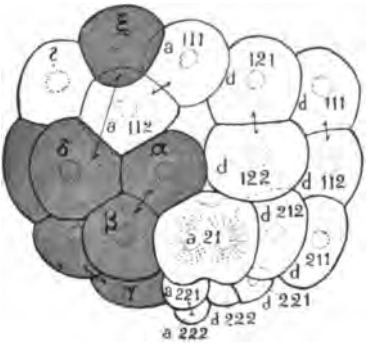


Fig. 2.

zelle dem animalen oder vegetativen Pole näher zu liegen kommt) Exponenten erhält, so ist aus den Figuren auch die Stellung jeder einzelnen Zelle in der Blastomerenkeimbahn zu entnehmen. Die Zahl der Generationen, die bis zur Erreichung des Blastulastadiums bei den meisten Blastomeren die nämliche ist [3]), ist für die Seeigelarten charakteristisch, indem sie bei jeder Art eine andere Konstante darstellt.

Dieser für jede Art normierte Furchungsverlauf muss nun bei den zusammengeklebten Fragmenten selbstverständlich weitgehen-

[1]) Der Verfasser hat bei seinen Spezialuntersuchungen über Ei-Entwickelung der Echinodermen das Conklin'sche Nomenklatur-System angenommen, welches für den Gasteropoden *Crepidula* aufgestellt, von späteren Embryologen vielfach adoptiert und kürzlich in dem *Trochus*-Werke Roberts auf sämtliche Mollusken ausgedehnt wurde.

[2]) Dieses Stadium wird eigentlich erst dann erreicht, wenn die Zelle b^{12}, die in Teilung begriffen ist, in zwei Tochterzellen, eine obere b^{121} und eine untere b^{122} zerfallen wird.

[3]) Nur bei den vegetativen Mikromeren ist sie geringer.

Digitized by Google

de Störungen erleiden. Abgesehen von der Formverzerrung und Verlagerung der Furchungskugeln, die sich in den meisten Fällen zur Zeit der Connascenz zu Morula-artigen Gebilden zusammenschliessen, wobei auch deutlich die Tendenz zutage tritt, sich zu getrennten Teilstücken abzurunden, hat die Verkoppelung in nahezu sämtlichen Fällen zur Folge, dass nicht nur die für die betreffenden Stadien normale Blastomerenzahl in weitesten Grenzen vergrössert wird, sondern dass auch verschiedenaltrige Zellen und — was dasselbe ist — von verschiedenster Grösse neben einander zu liegen kommen. Nach diesen zwei hauptsächlichsten Quellen der Mannigfaltigkeit lassen sich die beobachteten Entwickelungsläufe gruppieren und vergleichen.

Als Beispiel für das Überschreiten der normalen Blastomerenzahl diene ein ausserordentlich dem Normalverhalten genähertes Doppelstadium von 37 Zellen (Fig. 2). Die ursprünglichen Verhältnisse waren hier zur Zeit, wo die Skizze entworfen wurde, so wenig verändert, dass es möglich ist, das 26-zellige Fragment als zu einem normalen 32 zelligen Keime gehörig zu erkennen. Indem der 5 zellige — gegen die 8-Zahl im Normalen — derangierte Mikromerenpol es erlaubt, das Gebilde richtig zu orientieren, werden in den grösseren Zellen, wie ein Vergleich der Figuren lehrt, mit Sicherheit die horizontalen Kränze wiedererkannt. Die roten Blastomeren (in den Figuren dunkel) lassen eine Signifikation, die ihre ursprüngliche Lage im mütterlichen Keime andeuten würde, nicht zu, zweifellos aber stammen sie von einem annähernd gleichaltrigen Stadium ab und lassen es unschwer erraten, dass die Zelle α im Begriffe ist, in dem zusammengesetzten Individuum die im Normalen neben der Zelle d^{122} liegende Zelle a^{112} im mittleren Kranze zu vertreten, dass ihre Schwesterzelle β und die Zelle γ sich an der Schliessung des unteren, die Mikromerenrosette umgebenden Kranzes beteiligen werden u. s. w. Besonderes Interesse erweckt auch der Umstand, dass in dem angeführten Falle durch die unaufhaltsam vor sich gehenden Teilungsprozesse die Schwesterzellen δ und ξ durch die Zelle a^{112}, die ihrerseits vor dem Blastomer α weichen musste, von einander getrennt wurden, was zur Folge hatte, dass in späteren, vielzelligen Stadien, ausserhalb der roten Teilzone, eine rote Blastomerengruppe in das farblose Feld inselartig eingeimpft erschien, wobei sie die eine Zelle ξ zum Ausgangspunkt gehabt hat.

Von den höchst bemerkenswerten und bedeutungsvollen Einzel-

Digitized by Google

heiten, die in der definitiven Arbeit angegeben werden sollen, sei in diesem Zusammenhange erwähnt, dass es mitunter Teilstücke von 3 und mehreren zertrümmerten Keimen sind, die sich zu einer neuen Individualität zusammenschliessen und dass auch darin eine neue Quelle der Mannigfaltigkeit in der definitiven Blastomerenzahl gegeben erscheint.

Zuweilen sind es ganz winzige Gruppen von 3 und 4 Zellen, die in das Blastomerenmaterial voluminöser Bruchstücke eingesprengt werden und nachher ihren Entwickelungsgang dem einheitlichen Furchungsplane anzupassen suchen.

Geraten Fragmente von verschiedenaltrigen Entwickelungsstadien an einander, dann weicht das Neugebilde durch die Unregelmässigkeiten der äusseren Form von normalen Keimen noch stärker ab und das typische Furchungsbild, welches bei normaler Geschehensweise trotz der bedeutenden Mannigfaltigkeit, die sich von der achten Generation angefangen in der Zellspaltung beobachten lässt, aber stets auf äquatorial orientierte Zellkränze zurückzuführen ist, wird vollständig verwischt. Ein Unterschied von mehreren Generationen im Alter zusammengefügter Blastomeren schliesst denn auch die Enstehung eines regelmässigen Ganzen nicht aus. Es wird hierbei daran erinnert, dass auch bei den Versuchen Morgans mit Verschmelzung ganzer Blastulakeime zweifellos verschiedenaltrige Individuen zu Doppelgebilden zusammentraten.

Was die Mittel und Wege anbelangt, wie unter den heterogenen Bausteinen der zusammengesetzten Individuen ein Ausgleich im Sinne einer harmonischen gemeinsamen Individualentwickelung zustande kommt, sind verschiedene morphogenetische Vorgänge zu unterscheiden.

Am wichtigsten und sehr auffallend ist darunter die oft weitgehende Beeinflussung des Rythmus der Zellteilungen. Es treten bei der Auslösung mitotischer Prozesse offenbare Störungen ein, die wohl teilweise auf individuelle Schädigung einzelner Blastomeren zurückzuführen sind, jedoch in erster Linie als Folge der Beeinflussung der Zellindividuen durch die Umgebung und ihrer veränderten Lage in Beziehung zum Ganzen aufgefasst werden dürften. Man findet einzelne Zellen, die längere Zeit untätig verharren, während in dem benachbarten Areal Zellspaltungen unaufhaltsam vor sich gehen. Dadurch wird bei derartiger Furchung das besonders für Echiniden charakteristische Gesetz von Zur Strassens

Digitized by Google

von der zeitlichen Teilungs-Konkordanz schwesterlicher oder nahe verwandter Zellen ausser Geltung gebracht. Besonders instruktiv ist das Beispiel zweier Zellen — wie b^{11} und b^{12} in Fig. 1 —, die durch äquatoriale Teilung die Zone, der sie angehören, in zwei neue Kränze (mit den Zellen b^{111}, b^{121}... und b^{112}, b^{122}...) zu gliedern haben. Es kann nämlich geschehen, dass die eine Zelle sich in der angegebenen Weise teilt, während die andere — z. B. die Zelle b^{12} — untätig bleibt, worauf in dem oberen Kranze die ausgebliebene Zelle b^{121} durch eine Tochterzelle von b^{111} vertreten wird, so dass unter Umständen in einer sonst regelmässig gestellten Vierergruppe ein Unterschied von 2 Generationen unter den sie zusammensetzenden Zellen bestehen kann. Daraus ergibt es sich ferner,

Fig. 3.

dass die für die Tierart charakteristische Furchungs-Konstante der Blastomeren nicht eingehalten, und zwar nicht erreicht oder überschritten wird.

Über ähnliche Abweichungen hat der Verfasser vor kurzem auch bei parthenogenetisch sich entwickelnden Asteridenkeimen berichtet.

Es sind des weiteren Veränderungen und regulatorische Prozesse zu beachten, die auf Umformung und Verlagerung der Blastomeren beruhen. Die Zellen werden je nach Bedarf verlängert oder zugerundet, zwängen sich unter anderen durch, in das Innere einer Morula geratende Blastomeren bahnen sich den Weg zur Oberfläche, es werden Lücken in klaffenden Wänden der Keime ausgefüllt u. dgl. mehr.

Kranke oder irgendwie nicht verwendbare Zellen werden ausgeschieden. Fig 3 zeigt einen aus roten und blauen Zellen zusammengesetzten Keim von einer Seite, wo die letzteren infolge durchgrei-

Digitized by Google

fender, innerer Störungen in ihrer Teilung gehemmt waren und durch Plasmabrücken gegenseitig in Verbindung blieben. Alle diese Zellen wurden bald nachher durch die heranrückenden roten Zellen aus dem sphärischen Verbande verdrängt und ausgeschieden. Dies pflegt auch mit abgestorbenen Zellen der Fall zu sein, obschon diese Regulation nur selten gelingt und früh abgestorbene Blastomeren häufiger eine dauernde Unregelmässigkeit in der Furchung des Keimes veranlassen, so dass das Stadium einer entwickelungsfähigen Larve nicht erreicht wird. Es können übrigens noch in späteren Furchungsstadien scheinbar gesunde Zellen zur Abtrennung gelangen, wie dies z. B. am vegetativen Pol des Keimes Fig. 5 zu sehen ist. Es dürfte sich dabei wahrscheinlich um angestammte Generationen von Zellen handeln, die im Plane des einheitlichen Ganzen inzwischen durch Deszendenten benachbarter, verschiedenaltriger Blastomeren ersetzt worden sind.

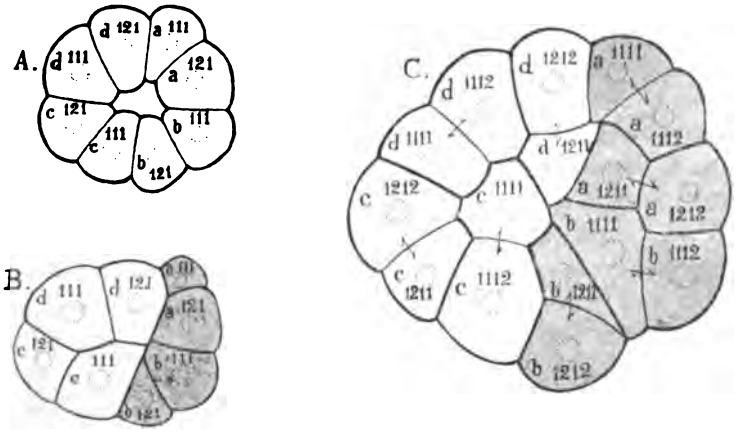


Fig. 4.

Nicht weniger bemerkenswert ist der Ausgleich durch Heranwachsen der Zellen zu einer den Dimensionen des Ganzen proportionalen Grösse, wie dies Fig. 4 illustriert. An der Bildung der oberen, animalen Polplatte, die im Normalen aus einem Kranze von 8 bilateral symmetrisch gelegenen Zellen besteht (Fig. 4 A), beteiligen sich in Fig. 4 B zur Hälfte rote, zur Hälfte blaue Elemente. Aus dem bedeutenden Unterschiede in der Grösse zu schliessen, gehörten die roten Zellen zu einem älteren Keime oder wenigstens zu anderen Kränzen eines gleichaltrigen Keimes, so dass sie trotz ihrer

Digitized by Google

Zahl nur etwa einen Dritteil der Platte ergänzen. Nachdem nun die Zahl der Zellen in der Platte durch Teilungen, die bei typischer Furchung einer siebenten Generation von Zellen den Ursprung geben, sich verdoppelt hat, kann man bemerken, dass der Grössenunterschied zwischen dem roten und blauen Plattenteile bereits wesentlich geringer geworden ist (Fig. 4 C.). Bald nachher war der eingeleitete Ausgleich vollständig durchgeführt.

Die Folge davon ist, dass das ursprüngliche Verhältnis der verschiedenfarbigen Gebiete zu einander im Laufe der Entwickelung starken Änderungen unterworfen ist und dass oft die Ausbreitung des einen durch die stärkere Entwickelungsenergie in dem anderen behindert wird.

In zusammengesetzten Individuen geht somit eine umfassende Regulationsarbeit vor sich, welche hauptsächlich auf Umarbeitung und Umdeterminierung der beteiligten Blastomeren abzielt.

Die prospektive Bedeutung der Zellen kann in dem neuen Verbande — unbeschadet des Begriffes harmonisch-äquipotenzieller Systeme — unmöglich dieselbe bleiben, die sie im mütterlichen Organismus gewesen ist; ist es ja von vorne herein ausgeschlossen, dass z. B. die an der Polplatte Fig. 4 B partizipierenden Blastomeren auch vorhin ihre zentrale Lage am animalen Pole eingenommen hätten. Es konnte ein Fall festgestellt und eingehend verfolgt werden, wo zwei von verschiedenen Individuen stammende Mikromerenherde sich in weitem Abstande voneinander entwickelten, — als auch zerstreute, einem einzigen Mutterkeime angehörende Mikromerenanlagen vorgekommen sind. Dessen ungeachtet haben sich die Objekte zu regelrechten Larven entwickelt mit durchaus typischer Darmeinstülpung und normalen Mesenchymverhältnissen. Tatsächlich also wird die Rolle der Blastomeren in mannigfaltigster Weise vertauscht. Zellen, die im mütterlichen Keime belassen, in die Darmeinstülpung mit einbezogen wären, haben unter zufällig geschaffenen, neuen Bedingungen die animale Hemisphäre aufzubauen. Hautzellen werden zu verdauenden Darmzellen. Mesenchym entsteht auch dann, wenn keine Mikromeren unter den Blastomeren vorhanden waren.

Die Regulationsprozesse, bei denen primäre und sekundäre Charaktere eng und mannigfaltig ineinandergreifen, führen schrittweise zu einer normal sphärischen Gestalt des Keimes (vgl. Fig. 2 und

Digitized by Google

5) und ermöglichen die Ausbildung typischer Plutei. Fast ausnahmslos erfordert aber die Embryogenese mehr Zeit als bei normalem Geschehen. Ein der Fig. 5 entsprechendes Stadium wird sonst nach etwa 7 Stunden 10—20 Minuten, von der Befruchtung an gerechnet, erreicht, während dasselbe im vorliegenden Falle erst nach ca. 10 Stunden skizziert wurde. Während bei der typischen Furchung

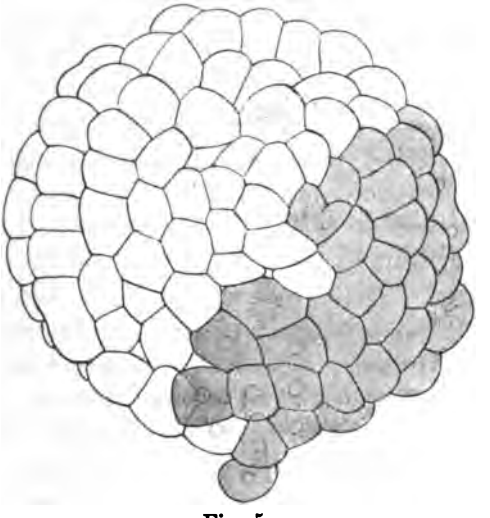


Fig. 5.

nach etwa 7 Stunden sich eine leichte Einsenkung des vegetativen Poles und eine Einziehung der Mikromeren bemerkbar macht und nach 12 Stunden die ersten Blastulae die Eihüllen zu verlassen beginnen [1]), schlüpfen die zusammengeklebten Larven unverhältnismässig später aus. Der Unterschied in der Zeit kann 10 Stunden und mehr betragen. Dieser Mehraufwand an Zeit ist leicht durch die Störungen der experimentellen Manipulation und die nötig werdende morphologisch-funktionelle Anpassung erklärlich.

Der Unterschied in der Farbe wird im Laufe der Entwickelung immer schwächer, indem sich die Farbstoffmenge auf eine immer wachsende Zahl von Zellen zu verteilen hat, doch ist sie

[1]) Es kann nicht unerwähnt bleiben, dass Selenka für *Psamm. miliaris* vom Mittelmeer 16 Stunden für die Entwickelung von der Befruchtung bis zur Ausschlüpfung der Larve angibt. Dies stimmt auffallender Weise mit den Verhältnissen bei bretonischen Keimen nicht überein.

Digitized by Google

noch am Pluteus nachzuweisen, wo die blassrosarote Färbung der Epithelien. beziehungsweise der Mesenchymelemente das endgiltige Schicksal des betreffenden Fragmentes noch deutlich erkennen lässt. Bei der Konservierung geht der Farbenton leider verloren.

Als ein vorzügliches Konservierungsmittel für Echinodermenlarven sind die beiden saueren Fixierungsflüssigkeiten M. C. Dekhuyzens (1903) „A“ und „B“ warm zu empfehlen.

Allgemeines Ergebnis.

Die Lösung des gestellten Problems gibt dem Experimentator ein Mittel in die Hand, unter beliebigen Bedingungen neue Individualitäten zu schaffen.

Man kann die Beteiligung zerstörter Individuen an der Hervorbringung des neuen prozentuell und matematisch genau in Brüchen angeben. Man kann das Gebahren der einzelnen Entwickelungszentren Schritt für Schritt verfolgen.

Uber die Bedeutung, die der künstlichen Schaffung von Individualität für die Morphogenie zuerkannt werden muss, wird die ausführliche Schrift das Wichtigste vorbringen. An dieser Stelle mag nur an den Satz Rouxs hingewiesen werden, dass die Produkte individueller Entwickelung konstanter sind als die Art ihrer Herstellung. Das Experiment hat uns aufs neue die unerschöpfliche Plastizität des Furchungsmaterials oder — mit des Verfassers „Morphogenetischen Studien“ zu sprechen — die grosse „Variationsbreite“ der Blastomeren vor Augen geführt und es verhilft uns zu einer präziseren Auffassung derselben. Der Grad, in welchem von atypischen Ausgangsstücken aus ein typisch gestaltetes Produkt erreicht wird, findet seinen Ausdruck in der Resultante, die sich aus der Kontroverse zwischen den inneren Zuständen der Zellen als Aktionszentren gesonderter Individuen und dem nötig werdenden, ausgleichenden Zusammenschluss zu einer neuen Einheit ergibt. Auch hier zeigt es sich — wie bei Verfassers Asteridenstudien — dass die Ursache, warum ein Blastomer einen gewissen Entwickelungsweg einschlägt, für dasselbe zu einer äusserlich zwingenden (determinierenden) Bedingung wird, während dieselbe Ursache zu den inneren Bedingungen des ganzen Keimes gehört. Auch hier ist die Variationsbreite der Zellen die ursächliche Grundbedingung für ein dauerfähiges, besser gesagt, entwickelungsfähiges Zusammenspiel

Digitized by Google

derselben in dem Ganzen. Auch hier gestaltet sich das Zusammensein selbstständiger, sogar heterogener Aktionszentren zu einem bestimmt gerichteten Regulationsprozesse. Und der normale Ausgang der Embryogenese zeigt, dass durch die spezifische, allgemeine Polarität, die in der spezifischen Beschaffenheit des aus getrennten Zellen bestehenden Furchungsmaterials gegeben ist, die absolute Polarität etabliert wird, die bei der definitiven Entwickelung der Zellen zu einer neuen Einheit determinierend eingeschaltet ist.

---

17. M. T. ESTREICHER. **Oznaczenie ciepła parowania tlenu i dwutlenku siarki.** ***(Über die Verdampfungswärme von Sauerstoff und Schwefeldioxyd).*** *(Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre).* Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

I. Die Verdampfungswärmen der verflüssigten Gase waren bis unlängst unter dem normalen atmosphärischen Drucke nur in wenigen Fällen bekannt: Es waren bloss Favre, welcher zuerst gemeinsam mit Silbermann und dann allein die Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd [1]) und Stickoxydul [2]) sowie die Sublimationswärme von Kohlendioxyd [2]) bestimmte, sowie Regnault, welcher die Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd, Methyläther, Chlormethyl, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlendioxyd mass; leider sind die Versuchsdaten dieser Bestimmungen in den Wirren der Jahre 1870 und 1871 verloren gegangen, bis auf die Zahlen, welche sich auf die beiden letzten Substanzen beziehen, und deshalb sind von Regnault nur die Versuchsergebnisse mit Ammoniak und Kohlendioxyd veröffentlicht worden [3]).

In der darauf folgenden Zeit verdanken wir eingehende Untersuchungen über die Verdampfungswärmen verflüssigter Gase Cailletet und Mathias [4]), Mathias [5]) sowie Chappuis [6]). Die von Cailletet und

[1]) Favre, C. R., **39**, 729, 1854; Favre et Silbermann, Ann. Chim. Phys., [3] **37**, 470, 1853; Favre, ibid., [5], **1**, 225, 1874.

[2]) Favre, ibidem.

[3]) Ann. Chim. Phys., [4], **24**, 375, 1871.

[4]) C. R. **104**, 1567, 1887.

[5]) C. R. **106**, 1146; 1888; **109**, 470, 1889; Ann. Ch. Ph., [6], **21**, 69, 1890.

[6]) C. R. **104**, 897, 1887; **106**, 1007, 1888; Ann. Ch. Ph. [6], **15**, 498, 1888.

Digitized by Google

Mathias mittels der Clapeyronschen Formel berechnete Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds wie auch die von Mathias bestimmten Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd, Kohlendioxyd und Stickoxydul und von Chappuis von Schwefeldioxyd, Chlormethyl, Kohlendioxyd und Cyan beziehen sich aber sämtlich auf höhere Temperaturen als die Siedetemperatur, bezw. auf höhere Drucke als den atmosphärischen. Die niedrigste Temperatur, bei welcher diese Konstante für Schwefeldioxyd gemessen wurde, ist die von Chappuis angewendete Temperatur von 0°; die dabei erhaltene Zahl — 91·7 Kalorien — stimmt mit der von Cailletet und Mathias mittels der Clapeyronschen Formel berechneten Zahl — 91·2 Kalorien — ziemlich gut überein. Mathias hat darauf mit Hilfe einer anderen Methode als der von Chappuis angewendete dieselbe Konstante bei den Temperaturen 5·74°, 9·44°, 10·225°, 10·50°, 10·445°, 12·23° und 19·95° experimentell bestimmt; ausserdem hat er die mittels der Clapeyronschen Formel berechneten Zahlen mit Hilfe einer empirischen Formel ausgedrückt, in welcher aber der Koëffizient der zweiten Potenz bereits so klein ist, dass dieses Glied vernachlässigt und die Formel als linear angesehen werden kann, wenigstens im Intervall von 0° bis + 40°, auf welchem Gebiete der durch Vernachlässigen des Ausdruckes mit der zweiten Potenz verursachte Fehler noch innerhalb der Versuchsfehlergrenzen sich befindet.

Berechnet man mittels dieser Formel die Verdampfungswärme für die Siedetemperatur des Schwefeldioxyds, d. i. für die Temperatur — 10·1°, dann erhält man 95·72 Kalorien. Extrapoliert man die experimentell von demselben Forscher bestimmten Daten, und zwar unter Weglassung der beiden höchsten Temperaturen, welche nach Mathias' Anschauung zweifelhaft sind, dann erhält man für —10·1° 96·19 Kalorien; für 0° findet man 91·87 Kalorien, was mit der von Chappuis unmittelbar gefundenen Zahl 91·7 in gutem Einklang steht.

Die hier aus den Versuchen von Mathias abgeleiteten Zahlen für die Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds bei Siedetemperatur sind jedoch bedeutend höher als die von Favre in seiner letzten Arbeit [1]) angegebenen; dieser letztere Forscher gibt als Endergebnis seiner Bestimmungen 88·2 Kalorien an, während er in der ersten Abhandlung den beträchtlich höheren Wert von 94·56 Kal.

[1]) Ann. Chim. Phys. [5], 1, 225, 1874.

Digitized by Google

anführt, was aber noch insofern fehlerhaft ist, als nämlich in dieser Wärmemenge diejenige mit inbegriffen ist, welche zum Erwärmen des Schwefeldioxyddampfes auf die Kalorimetertemperatur erforderlich ist. Nach Anbringung einer entsprechenden Korrektion erniedrigte sich die Verdampfungswärme bedeutend, und zwar auf den oben angeführten Wert.

II. Dieser Unterschied der Verdampfungswärmen des Schwefeldioxyds, wie sie einerseits von Mathias und von Chappuis, anderseits von Favre angegeben worden sind, liess es wünschenswert erscheinen, diese Konstante nochmals zu bestimmen, was umsomehr angezeigt war, als die von mir beabsichtigte Bestimmungsweise der Verdampfungswärmen der verflüssigten Gase zu jener Zeit noch nicht zu diesem Zwecke angewendet wurde; es erschien also ratsam, die Methode an einem leicht zugänglichen und leicht zu handhabenden Gase zu prüfen, dessen Verdampfungswärme wenigstens annähernd bekannt war, und zu diesem Zwecke eignete sich Schwefeldioxyd sehr gut.

Das Gas wurde aus Natriumsulfit gewonnen, dessen konzentrierte Lösung sich in einem geräumigen Kolben befand; der Kolben konnte mittels eines Bunsenbrenners nötigenfalls erwärmt werden und besass einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen; durch die eine Bohrung ging die Röhre eines Tropftrichters durch, in der anderen befand sich eine Gasableitungsröhre. Aus dem Trichter liess man konzentrierte Schwefelsäure in die Lösung eintropfen, wodurch ein stetiger und ruhiger Strom von Schwefeldioxyd erhalten wurde. Das Gas liess man zuerst durch eine umgekehrt eingeschaltete leere Waschflasche streichen, dann durch eine solche mit Natriumsulfitlösung; hierauf passierte das Gas durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen, welches ebenfalls Natriumsulfitlösung enthielt, dann durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen und konzentrierter Schwefelsäure; schliesslich gelangte es durch eine Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure in eine Kühlschlange aus Glas, welche sich in einem Kühlgefäss befand. Die Kühlschlange war in dem Gefässe aufrecht aufgestellt und verliess dasselbe durch einen Tubus im Boden; ihr Ende ragte einige Centimeter aus dem Tubus hervor und es war auf dasselbe ein doppelt durchbohrter Stopfen aufgesetzt, in dessen anderer Bohrung eine Gasableitungsröhre sich befand. Dieser Stopfen steckte in der Mündung eines Vakuumgefässes von ca. 100 cm^3 Inhalt;

Digitized by Google

die Gasableitungsröhre stand mit einigen Waschflaschen in Verbindung, die mit Natriumsulfit- oder Ätznatron-Lösung beschickt waren.

Wurde nun das Kühlgefäss mit einer Kältemischung aus gestossenem Eis und kristallisiertem Calciumchlorid gefüllt, dann kühlte sich das in der Spirale enthaltene Gas ab bis weit unter die Verflüssigungstemperatur: es verflüssigte sich also und tropfte stetig in das mit der Kühlschlange in Verbindung stehende Vakuumgefäss. Das nicht kondensierte Gas, bezw. die mit Schwefeldioxyd beladene Luft, welche sich etwa im Apparate befand, besonders am Anfange des Experimentes, entwich durch die Gasableitungsröhre in die Waschflaschen, wo es von der darin enthaltenen Lösung absorbiert wurde. In kurzer Zeit sammelte sich genug flüssigen Schwefeldioxyds im Vakuumgefäss an, um damit eine Bestimmung ausführen zu können.

Die Bestimmungsmethode bestand darin, dass man eine in der Flüssigkeit untergebrachte Platinspirale mittels eines elektrischen Stromes erwärmte, mittels eines Silbervoltameters die Elektrizitätsmenge mass, welche durch die Spirale in einem bestimmten Zeitabschnitt durchging, und gleichzeitig die Spannung an den beiden Enden der Platinspirale bestimmte; aus diesen Zahlen konnte die in der Spirale entwickelte Wärmemenge abgeleitet werden; diese Wärmemenge wurde zur Verdampfung eines Teiles des verflüssigten Gases verbraucht, und die verdampfte Menge konnte leicht aus dem Volum des erhaltenen Gases berechnet werden.

Den dabei gebrauchten Apparat stellt Fig. 1 dar. Das Vakuumgefäss *a*, welches vorher in dem eben beschriebenen Apparate mit flüssigem Schwefeldioxyd gefüllt wurde, wurde in ein anderes, geräumigeres Gefäss *b* hineingestellt, welches ein passendes Kühlungsmittel enthielt, z. B. ein Eis-Salz-Gemisch von der Temperatur von etwa -10^0. Auf diese Weise wurde das Verdampfen der Flüssigkeit unter Einfluss der äusseren Wärme sehr herabgedrückt, und die Menge des unter solchen Umständen entwickelten Gases betrug pro Minute nur etwa 20 cm^3. Das Vakuumgefäss *a* war mittels eines Kautschukstopfens verschlossen, welcher drei Bohrungen besass: zwei davon enthielten die beiden Elektroden *c′ c″*, die dritte aber die Gasableitungsröhre. Die Elektroden bestanden aus dünnen Glasröhren, welche unten durch eine Platinspirale verbunden waren; diese letztere war in die Röhrenenden mittels Emailglas einge-

Digitized by Google

schmolzen; die Verbindung zwischen der Platinspirale und den kupfernen Leitungsdrähten (von 0·5 mm Starke) bildete je ein Tropfen Quecksilber. Der Widerstand der Spirale betrug in der Versuchstemperatur ungefähr 1 Ohm.

Durch die Gasableitungsröhre strich das verdampfende Schwefeldioxyd durch ein *U*-Rohr *d* mit Glasperlen, welches mit einer ge-

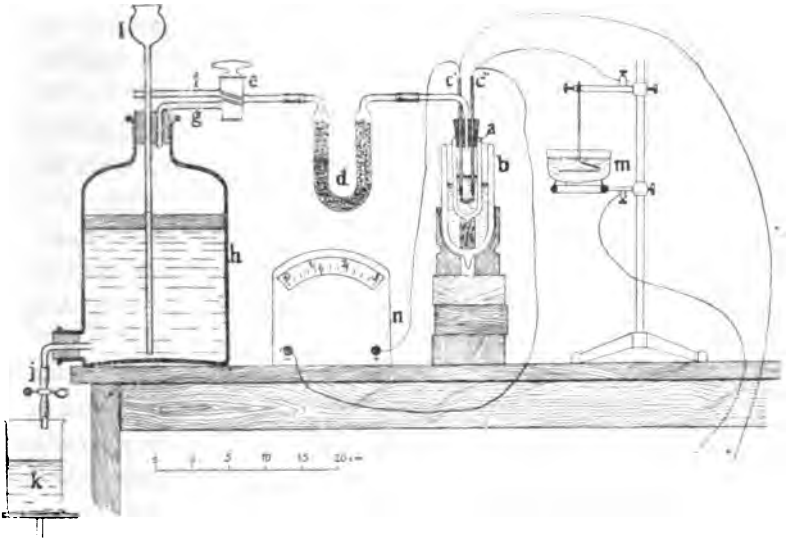


Fig. 1.

sättigten Lösung von Schwefeldioxyd in Wasser beschickt war; hier nahm das Gas Feuchtigkeit auf und gelangte schliesslich durch den Zweiweghahn *e* entweder in die Aspiratorflasche *h* durch Vermittelung des Schenkels *g*, oder aber mittels des Schenkels *f* in eine Reihe von Waschflaschen, die mit entsprechenden Absorptionsmitteln gefüllt waren, so dass das entweichende Gas den Beobachter nicht belästigen konnte.

Die Aspiratorflasche *h* war oben mittels eines doppelt durchbohrten Kautschukstopfens verschlossen, welcher zur Aufnahme des Schenkels *g* des Hahnes *e* sowie der bis an den Boden der Flasche reichenden Röhre des Kugeltrichters *l* diente. Unten besass die Flasche einen Tubus am Boden, durch welchen mit Hilfe des Quetschhahns *j* Wasser aus der Flasche in das untergestellte Becherglas *k* abgelassen werden konnte. Wurde der Hahn *e* so umgestellt, dass das aus dem Vakuumgefässe *a* entweichende Gas in die Flasche

Digitized by Google

h hineindrang, dann hob sich der Flüssigkeitsmeniskus in der Trichterröhre *l*, derselbe konnte aber durch Lüften des Quetschhahnes *j* und Ablassen von Wasser auf die Höhe des Flüssigkeitsniveaus in der Flasche gebracht werden. Auf diese Weise war es möglich, das Gas unter normalem Atmosphärendruck in der Flasche aufzufangen; die dabei in dem Becherglase *k* angesammelte Wassermenge ergab das verdrängte Gewicht Wasser; dieses Gewicht, mit dem entsprechenden, den Tabellen entnommenen Faktor multipliziert, lieferte direkt das Volum des feucht gemessenen Gases. Um den Fehler infolge der grossen Löslichkeit des Schwefeldioxyds im Wasser möglichst zu verringern, wurde das Wasser in der Aspiratorflasche mit flüssigem Paraffin überschichtet; diese Schicht war etwa 25 mm hoch. Nach Schliessung des Hahnes *e* konnte man, wenn sich in dem Raume über dem Paraffin Schwefligsäureanhydrid befand, die langsame Absorption des Gases durch Wasser an dem Sinken des Meniskus in der Trichterröhre *l* beobachten; doch war die Absorption so unbedeutend, dass sie kaum in Betracht kam.

Um die Bestimmung auszuführen, wurde zuerst einige Male das ohne Erwärmung der Platinspirale aus dem Vakuumgefäss *a* im Verlaufe einiger Minuten entweichende Gas in der Aspiratorflasche aufgefangen, um die Korrektion wegen des selbständigen Verdampfens der Flüssigkeit zu bestimmen. Hierauf wurde der Strom von vier Akkumulatorenelementen durch die Platinspirale durchgelassen, wobei man den Stand des Voltmeters *n* von Minute zu Minute notierte; das Voltmeter war ein Präzisionsvoltmeter von Siemens und Halske mit einem Messbereich von 0 bis 3 Volts, welche vorher durch Vergleichen mit Normalelementen von Weston kontrolliert wurde. Gleichzeitig setzte sich in dem Silbervoltameter *m* Silber ab. Nach fünf Minuten wurde der Strom unterbrochen und die Korrektion wegen des selbständigen Verdampfens nochmals bestimmt. Die durch das Gas verdrängten Wassermengen wurden gewogen, das Silber im Voltameter ausgespült, getrocknet und gewogen. Seine Menge, dividiert durch 0·001118, ergab die Coulombmenge, welche die Spirale durchströmt hatte. Diese Zahl, mit der abgelesenen Voltzahl multipliziert, lieferte direkt die in der Platinspirale entwickelte Wärmemenge in Joulen; wurde diese durch die Masse des verdampften Schwefeldioxyds dividiert, dann wurde die Verdampfungswärme pro 1 Gramm Flüssigkeit erhalten. Es mögen hier die Versuchsdaten eines Experiments als Beispiel folgen:

Digitized by Google

Versuch vom 26 Juli 1902.

Barometer (reduziert auf 0°) 742·5 mm.

In 5 Minuten verdrängte Wassermenge 1990 g.
Korrektion . . . . . —102 g.
Differenz 1888 g Wasser.

Temperatur des Wassers 22·6°.
Volumen des Wassers 1892 cm³.
Volumen des trockenen Gases bei 0° und 760 mm 1653·7 cm³.
Dieses entspricht 4·7316 g SO_2.
Mittlere Spannung 2·529 Volts.
Abgeschiedene Silbermenge 0·8369 g.
Entwickelte Wärmemenge 1893·13 Joul. = 453·98 Kal.
Pro 1 Gramm Substanz 400·10 J. = 95·95 Kal.
Molekulare Verdampfungswärme 25607 J. = 6141 Kal.

Andere Bestimmungen ergaben pro Gramm Schwefeldioxyd
401·95 J. = 96·39 Kal.
und 401·43 J. = 96·26 Kal.
im Mittel also **401·2** J. = **96·2** Kal.,
was der molekularen Verdampfungswärme 25674 J. = 6157 Kal. entspricht.

Die auf diese Weise erhaltene mittlere Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds, 96·2 Kal., weicht zwar von der von Favre angegebenen (88·2 Kal.) beträchtlich ab, deckt sich aber vollkommen mit der von Mathias auf Grund seiner Versuche extrapolierten Wärme 96·19, und weicht von der mittels der von demselben Forscher aufgestellten empirischen Formel berechneten 95·72 Kalorien nicht einmal um eine halbe Kalorie ab.

III. Dieser günstige Erfolg liess die Bestimmung der Verdampfungswärme der anderen Gase, vor allem der permanenten Gase wünschenswert erscheinen, und das erste Gas, welches ich in dieser Beziehung zu untersuchen unternahm, war Sauerstoff.

Dieses Gas wurde aus reinem Kaliumchlorat durch Erhitzen gewonnen; das Salz wurde in einer Retorte aus schwer schmelzbarem Glas zersetzt, darauf passierte der Sauerstoff zuerst eine ca. 30 cm lange Glasröhre, welche mit Glaswolle gefüllt war; diese Röhre diente zum Zurückhalten des Kaliumchlorid- und -chloratstaubes.

Digitized by Google

Das auf diese Weise filtrierte Gas ging dann durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen und starker Kalilösung in ein anderes *U*-Rohr, welches mit Kaliumhydroxydstücken gefüllt war. Das Gas besass nach Durchgang durch die Reinigungsapparate keinen Geruch, enthielt also keine Chlorverbindungen mehr. Es wurde in zwei Gasometer von je ca. 32 Liter Fassungsraum geleitet, wo es unter einem kleinen Überdruck aufbewahrt wurde, bis es verflüssigt wurde, was in der Regel am nachfolgenden Tage geschah.

Die Verflüssigung fand in dem auf Fig. 2 abgebildeten Apparate statt. Die Gasometer *k* (von denen nur das eine in der Figur abgebildet wurde), waren mittels dreier *U*-Röhren mit dem Verflüssigungsapparate verbunden: das *U*-Rohr *i* enthielt Glasperlen und starke Kalilauge, *h* enthielt Kaliumhydroxydstücke, endlich *g* enthielt Glasperlen mit Phosphorpentoxyd. Das auf diese Weise zweimal gereinigte Gas gelangte durch den Hahn *f* in das etwa 30 cm^3 fassende Gefäss *c*, welches oben mit einer Röhre mit dem Hahne *e* versehen war. Dieses Gefäss war in einem Vakuumgefäss *d* untergebracht, welches mit flüssiger Luft gefüllt werden konnte. Eine Abzweigung zwischen dem Hahne *f* und dem Gefässe *c* führte durch die Röhre *m* (welche mit Schafwolle umwickelt war) in das Vakuumgefäss *a*, welches seinerseits in einem grösseren Vakuumgefässe *b* sich befand. Das Gefäss *a* stand noch mit dem Quecksilbervakuummeter *l* und dem Hahne *n* in Verbindung.

Um flüssigen Sauerstoff im Gefässe *a* zu erhalten, wurde auf folgende Weise verfahren: zuerst wurden alle Hähne geöffnet, sowohl am Gasometer wie am Verflüssigungsapparate, so dass das Gas ungehindert durch den ganzen Apparat strömte und durch die beiden Hähne *e* und *n* nach Aussen entwich; darauf wurden die beiden letzteren Hähne geschlossen, und man liess das Gas durch das Quecksilber im Vakuummeter *l* paar Augenblicke entweichen, um auch die Luft aus dem Manometerrohr zu entfernen. Sodann wurde der Zugang des Sauerstoffs abgeschnitten, sei es durch Schliessen des Hahnes *f*, sei es durch Zudrehen des Gasometerhahnes oder eines der Hahnstopfen an den *U*-Röhren, und das nunmehr mit flüssiger Luft gefüllte Vakuumgefäss *d* von unten auf das Gefäss *c* hinaufgeschoben. Sogleich kühlte sich das Gas in diesem letzteren Gefässe soweit ab, dass es im Buge des Zuleitungsröhrchens verflüssigt wurde und das Vakuummeter *l* ungefähr auf die Höhe von 35 bis 40 cm stieg. Auf diese Weise konnte man den Apparat prüfen, ob

Digitized by Google

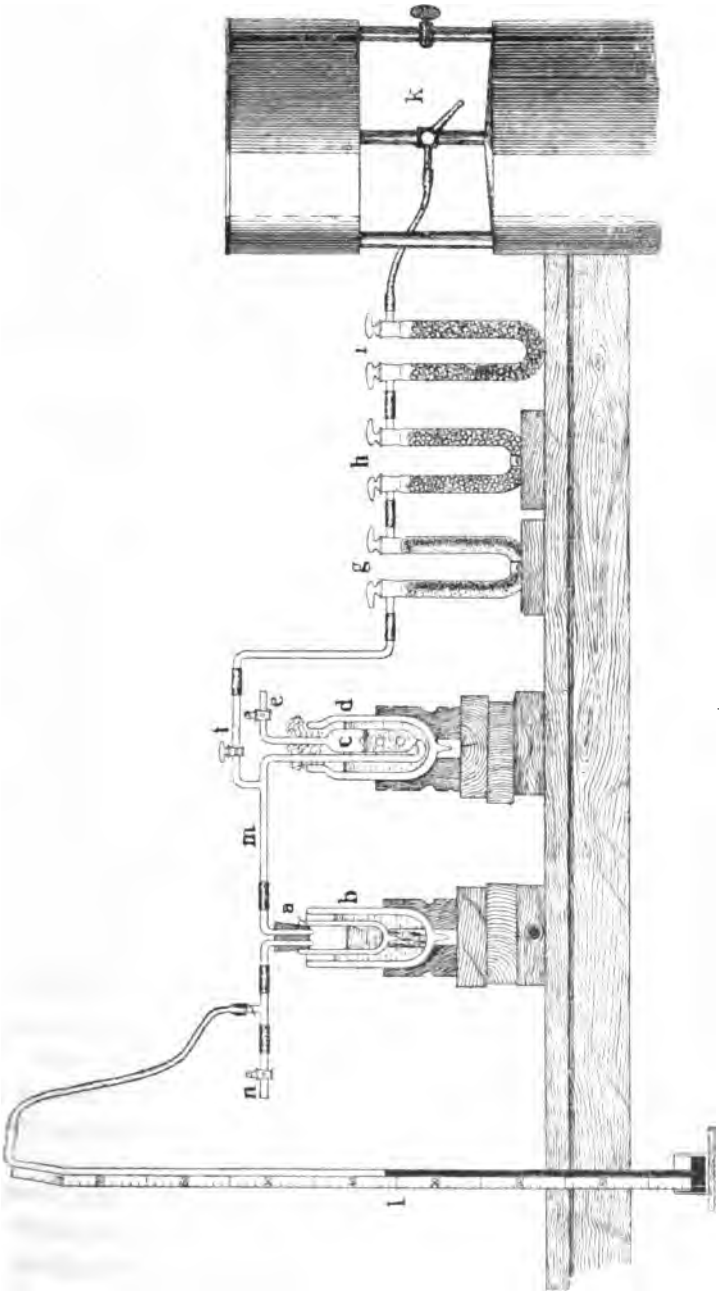


Fig. 2.

Digitized by Google

er luftdicht ist; die Druckerniedrigung erlaubte anderseits auch auf die Badtemperatur zu schliessen, wenn auch nur in grober Annäherung: der Druckerniedrigung des Sauerstoffs bis etwa 40 cm würde eine Temperatur von — 188° entsprechen. Die Temperatur der flüssigen Luft, wie sie im Hampsonschen Apparate erhalten wird, genügt vollkommen, um Sauerstoff in ziemlich raschem Strome zu verflüssigen; ich öffnete nun den Hahn *f*, um dem Sauerstoff ungehinderten Zutritt zu gestatten. Derselbe verflüssigte sich in dem Masse, als er in das Gefäss *c* hineindrang, wobei freilich der Druck im Apparate beinahe auf den normalen atmosphärischen stieg, was an dem Sinken des Quecksilbers im Vakuummeter beobachtet werden konnte.

Inzwischen wurde das Vakuumgefäss *b* mit flüssiger Luft gefüllt und auf das Gefäss *a* geschoben; dieses Gefäss war in der unteren Hälfte versilbert, wodurch das Wärmeisolationsvermögen desselben bedeutend erhöht wurde. Sobald das Gefäss *c* zu etwa zwei Drittel mit flüssigem Sauerstoff gefüllt war, wurde der Hahn *f* nochmals geschlossen und das Gefäss *d* langsam gesenkt, so dass die äussere Wärme nunmehr freieren Zutritt zu dem verflüssigten Gase gewann. Die Folge davon war, dass das Quecksilber im Manometer *l* rasch sank, und in dem Augenblicke, wo es mit dem Quecksilber im unteren Gefässe ungefähr auf gleiche Höhe zu stehen kam, wurde der Hahn *n* geöffnet. Der gasförmige Sauerstoff, welcher im Raume *c* fortwährend entwickelt wurde, drückte auf die unten befindliche Flüssigkeit und presste sie durch die siphonartig wirkende Röhre *m* in das Vakuumgefäss *a* hinein. Durch die Schafwollewickelung um die Röhre *m* war der Flüssigkeitsstrom während des Transportes vor dem Einfluss der äusseren Wärme möglichst geschützt. Sobald sich im Gefässe *c* keine Flüssigkeit mehr befand wurde der Hahn *n* geschlossen und gleichzeitig das Vakuumgefäss *d* gehoben, worauf durch Öffnen des Hahnes *f* das Verflüssigen des Wasserstoffes nochmals eingeleitet werden konnte. Nach zwei- oder dreimaligem Umgiessen des Sauerstoffs vom Gefässe *c* nach *a* war in diesem in der Regel genug Flüssigkeit, um zum Bestimmen der Verdampfungswärme schreiten zu können.

Diese Bestimmung fand in demselben Apparate statt, welcher bei der Bestimmung der Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds beschrieben wurde mit dem Unterschiede, dass der Schenkel *f* des Hahnes *e* nicht mit Waschflaschen verbunden war, sondern frei in

Digitized by Google

die Luft mündete; dass das *U*-Rohr *d* mit reinem destillierten Wasser und das Vakuumgefäss *b* mit flüssiger Luft gefüllt war. Es kam ebenfalls ein Strom von vier Elementen zur Anwendung, doch war die dadurch erzielte Spannung kleiner und die Stromintensität grösser, da der Widerstand der Platinspirale in der Temperatur des siedenden Sauerstoffs auf 0·27 Ohm gegenüber 1·02 bei — 10·1° sank. Die thermische Isolierung konnte ungeachtet der Versilberung des inneren Vakuumgefässes und des Bades aus flüssiger Luft nicht so vollkommen sein, als bei Schwefeldioxyd, wegen der etwa 200° betragenden Temperaturdifferenz zwischen der Umgebung und dem Inneren des Apparates; die Korrektion wegen des selbstständigen Verdampfens des Sauerstoffs betrug durchschnittlich 80 cm³ pro Minute. Der Strom wurde durch die Platinspirale drei Minuten durchgelassen, wodurch durchschnittlich ungefähr bis zwei und einhalb Liter Wasser aus der Aspiratorflasche *h* verdrängt wurden.

Es war bei diesen Versuchen noch eine Vorsichtsmassregel zu beachten, nämlich das Abdichten des Kautschukstopfens im Vakuumgefässe *a*. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass Kautschuk bei sehr niedriger Temperatur steinhart wird und sich zusammenzieht, wodurch Verbindungen zwischen Glas und Kautschuk, welche bei gewöhnlicher Temperatur dicht sind, in tiefer Temperatur Gase durchlassen [1]). Auch der Stopfen, welcher das Vakuumgefäss *a* sowohl auf Fig. 1 wie Fig. 2 verschloss, sass luftdicht in der Mündung des Gefässes bei gewöhnlicher Temperatur, sobald sich aber dieses durch die Nachbarschaft des flüssigen Sauerstoffs einerseits und der flüssigen Luft anderseits stark abgekühlt hatte, fing der Sauerstoffdampf an, rings um den Stopfen zu entweichen, was eine Steigerung der Verdampfungswärme um mehrere Prozente (in einem Falle sogar um 30 Prozent) zur Folge hatte. Es mussten infolgedessen einige Versuche, bei welchen dieses Ausströmen des Gases konstatiert wurde, eliminiert werden. Es war aber ein Leichtes, dieser Fehlerquelle vorzubeugen, indem man die Berührungslinie zwischen dem Stopfen und dem Glase mit Maschinenöl bestrich; das Öl erstarrte an der Stelle der unmittelbaren Berührung mit dem kalten Kautschuk und Glas zu einer harten, harzähnlichen Masse,

[1]) S. darüber auch die demnächst erscheinende Übersetzung von Travers' Study of Gases (Braunschweig, Vieweg, 1904, Seite 20).

Digitized by Google

welche gegen die Oberfläche zu in eine weichere, plastischere Konsistenz überging, bis das Öl endlich an der Oberfläche des Überzuges seine gewöhnliche Dickflüssigkeit beinahe vollständig wieder erreichte. Wegen dieses Verhaltens des Öls als Dichtungsmittel war kein Ausströmen des Gases mehr zu befürchten, und es haben tatsächlich die nach der Anwendung dieser Massregel angestellten Versuche sehr gut übereinstimmende Resultate ergeben.

Folgendes sind die sich auf einen der Versuche beziehenden Zahlen:

Versuch vom 22. Februar 1904.

Barometer (reduziert auf 0°) 735·1 mm.

In 3 Minuten verdrängte Wassermenge	2475 g.
Korrektion	—240 g.
Differenz	2235 g Wasser.

Temperatur des Wassers 16·4°.
Volumen des Wassers 2237·4 cm³.
Volumen des trockenen Gases bei 0° und 760 mm 1997·0 cm³.
Dieses entspricht 2·8547 g Sauerstoff.
Mittlere Spannung 1·205 Volts.
Abgeschiedene Silbermenge 0·6430 g.
Entwickelte Wärmemenge 693·04 Joul. = 166·20 Kal.
Pro 1 Gramm Sauerstoff 242·77 J. = 58·22 Kal.
Molekulare Verdampfungswärme 7768·7 J. = 1863·0 Kal.

Andere Versuche ergaben pro Gramm Sauerstoff

	243·16 J. = 58·31 Kal.	
	238·67 J. = 57·23 Kal.	
	242·85 J. = 58·24 Kal.	
im Mittel	**241·9** J. = **58·0** Kal.,	

was der molekularen Verdampfungswärme

7740 J. = 1856 Kal.

entspricht.

IV. In neuester Zeit wurde auf ganz analoge Weise die Verdampfungswärme von Sauerstoff bestimmt, und zwar von Shearer, welcher seine Arbeit darüber im letzten Dezemberhefte des Physical

Digitized by Google

Review publizierte [1]). Seine Methode war von der oben beschriebenen nur insofern abweichend, als er statt eines Silbervoltameters ein Ampèremeter zur Anwendung brachte und dass er das Volumen des verdampfen Sauerstoffs mittels einer Gasuhr mass. Seine Untersuchungen beziehen sich auf die beiden Komponenten der Luft sowie auf die Luft als solche [2]). Die Verdampfungswärme der Luft wurde bereits vor vier Jahren von Behn bestimmt [3]); auch Dewar [4]) und d'Arsonval [5]) bestimmten diese Konstante, doch waren die Resultate keineswegs übereinstimmend. Nach Dewar, welcher das Ergebnis seiner Versuche in 1895 veröffentlichte, war die Verdampfungswärme der Luft ungefähr gleich der Schmelzwärme des Wassers, also etwa 80 Kal. Nach d'Arsonval, welcher keine Angaben über die Bestimmungsmethode macht, sollte die Verdampfungswärme ca. 65 Kalorien betragen; nach Behn schliesslich ist sie 50·8 Kal. Die von dem letzteren angewendete Methode beruht darauf, dass man in flüssige Luft ein gewogenes Metallstück von bekannter Temperatur einträgt und die Menge der verdampften Luft misst: er bediente sich dabei eines Aluminiumzylinders, während Dewar, welcher sich einer ähnlichen Methode bediente, seine Bestimmung auf der Kenntnis der spezifischen Wärme des Quecksilbers basierte. Diese Methode hat aber den Nachteil, dass flüssige Luft, wenn sie mit einem verhältnismässig heissem Metallstück in Berührung kommt, in stürmisches Sieden gerät [6]), welches einige Minuten dauert; dabei können Flüssigkeitstropfen in die Höhe geschnellt werden (und sie werden es auch gewiss), wo sie dann in Berührung mit den wärmeren Gefässwänden oberhalb des Flüssigkeitsniveaus verdampfen, was eine Verkleinerung der Verdampfungswärme hinter sich zieht. Da ausserdem die Bezeichnung „flüssige Luft" ziemlich unbestimmt ist, kann eine sich darauf beziehende Konstante nur dann von Bedeutung sein, wenn man die Zusammensetzung dieser Luft kennt. Leider wurde von Behn keine Analyse der Luft gemacht, und da auch keine Temperaturmessung stattfand, so kann man die von ihm angegebene Zahl 50·8 Kal. in keiner Richtung deuten. Die von Behn als

[1]) Phys. Rev. **XVII**, 469, 1903.
[2]) Ibid. **XV**, 188, 1902.
[3]) Drud. Ann. [4], **1**, 270, 1900.
[4]) Chem. News **71**, 192, 1895.
[5]) C. R., **133**, 983, 1901.
[6]) Behn l. c., S. 271.

Digitized by Google

Schätzung, aber ohne Motivierung, angenommene Zusammensetzung der flüssigen Luft, der er sich bediente, und zwar 93% O_2 und 7% N_2, scheint nicht sehr wahrscheinlich zu sein, da Luft nicht so leicht Stickstoff verliert; würde man annehmen, dass ihr Siedepunkt etwa —188° betrug, was einer Zusammensetzung von ungefähr 40 Prozent Sauerstoff mit 60 Prozent Stickstoff entsprechen würde [1]), dann würde die Verdampfungswärme 54 Kal. betragen. Von Shearer sind schliesslich in seiner ersten Abhandlung die Zahlen für Luft von verschiedener Zusammensetzung angegeben worden, und zwar von 44·02 Kal. für Luft mit 21·8 Prozent Sauerstoff bis 51·7 Kal. für Luft mit 72 Prozent Sauerstoff. Diese Zahlen würden mit der von Behn angegebenen ziemlich gut übereinstimmen, doch fanden sie keine Bestätigung bei den weiteren Untersuchungen von Shearer, da er für reinen Sauerstoff 61 Kalorien und für reinen Stickstoff 49·73 Kal. fand. Wie man sieht, nähert sich der von Shearer angegebene Wert für die Verdampfungswärme des Sauerstoffs der in dieser Arbeit angegebenen Zahl; die Verdampfungswärme des Stickstoffs stimmt auch gut mit der von Fischer und Alt [1]) zu 48·9 Kal. berechneten Zahl überein; infolgedessen kann die Verdampfungswärme der Luft nicht kleiner sein als die der beiden Komponenten, sondern sie muss dazwischen liegen.

Um diese Ungewissheit in Bezug auf die Verdampfungswärme der Luft zu klären, werde ich mich bemühen, demnächst die Verdampfungswärmen von Stickstoff und von Luft von verschiedener Zusammensetzung sowie von anderen Gasen nach der oben beschriebenen Methode zu bestimmen.

[1]) Baly, Phil. Mag., 49, 519—520, 1900.

[1]) Sitz.-Ber. d. math.-phys. Klasse d. kgl. bayr. Akad. der Wiss., München, 32, 148, 1902.

Krakau, I. Chemisches Institut der Jagellonischen Universität.

Digitized by Google

18. M. M. LIMANOWSKI. **Odkrycie płatu dolnotatrzańskiego w rejonie Czerwonych Wierchów na Gładkiem.** ***(Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatrique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra)).*** Mémoire présenté par M. J. Niedźwiecki m. t.

Sur le versant nord des Tatra, les terrains permo-mésozoïques apparaissent, comme on le sait, sous la forme de deux zones à faciès différents, parallèles les unes aux autres. Le faciès subtatrique comprend des marnes tachetées néocomiennes. des dolomies et calcaires (Aptien et en partie Albien), qui sont absents dans la zone méridionale, hauttatrique: ici le crétacé supérieur repose transgressivement sur les calcaires titoniens à Ellipsactinia. A un seul endroit uniquement. au Gładkie (1787), le prof. Uhlig [1]) découvrit dans cette zone du néocomien.

Nous avons réussi à déterminer que ce néocomien n'appartient pas à la faciès hauttatrique.

En descendant le versant de Gładkie du côté méridional, nous voyons successivement les terrains suivants:

a — marnes tachetées néocomiennes avec ammonites (cîme de Gładkie),

b — calcaire tacheté,

c — calcaire rougeâtre (7 m.) Titonien?

d — calcaire à Hornstein (6·5 m.),

e — calcaire à entroques, à Hornstein et à hématite (3 m),

f — calcaire rouge à entroques, calcaire subtatrique de Brama Kantaka et Czerwona skałka (Lias supérieur),

g — calcaire clair à Hornstein (2·5 m.),

h — marnes tachetées (14 m.),

i — calcaire à Hornstein (7 m.).

j — marnes tachetées (5·5 m.) (Lias inférieur),

k — calcaire à Thecosmilia et Terebratula gregaria (12 m.) (Rhétien),

l — schistes rouges (5·5 m.) (Keuper),

m — dolomie de Muschelkalk (environ 8 m.),

[1]) V. Uhlig. Geologie des Tatragebirges I. Wien 1897, p. 31, 32, 33, 41, carte géolog. et pl. I a, fig. 1.

Digitized by Google

n — granite (3·30 m.).

o — crétacique supérieur (14 m.) avec déformations mécaniques. Brèches tectoniques,

p — calcaire jurassique (9 m.),

q — schistes rouges, intercalation de schistes verts, écrasés fortement (1·5 m.) (Keuper hauttatarique de Tomanowa),

r — crétacique supérieur, brèches avec calcaire jurassique (2·5 m.),

s — calcaire jurassique (0·5 m.),

t — crétacique supérieur, plissé, altéré, avec déformations mécaniques (7·70 m.),

u — calcaire jurassique (13 m.),

v — crétasique supérieur, du cirque de Pisana.

Les terrains (*a*—*m*) ci-dessus mentionnés, démontrent que nous avons à faire à un lambeau de recouvrement subtatrique, échappé à l'érosion et à la dénudation. Il repose sur du granite (*n*), donc l'îlot cristallin de l'Upłaziańskie, s'étend plus au loin vers le couchant et se trouve au Gładkie justement recouvert par le lambeau mentionné. En effet, lorsque nous avançons vers l'occident nous remarquons que le granite de l'Upłaziańskie passe au granite de Gładkie (*n*). Comme celui-ci repose directement sur du crétacé supérieur, il ne peut former un Aufbruch, comme le croit M. Uhlig [1]).

Ce granite est donc chevauché (de même que le granite du Małołączniak et Kondracka-Liliowe) et compose le noyau d'un pli couché, ou mieux encore, d'une énorme digitation d'une nappe de recouvrement hauttatrique.

Cette digitation dans son mouvement vers le nord formait par sa partie renversée des lames de charriage (*p, q, s, t*). Ce sont les masses de calcaires enfoncés sous le granite dans le crétacé supérieur. Une partie du matériel formant ces lames de charriage fut aussi le substratum sur lequel la digitation glissa. Ce substratum était formé dans la région de Tomanowa par du triassique et grésténien, dans la région de Upłaziańskie par du jurassique et dans la région de Gładkie par du crétacé supérieur.

Le crétacé dans lequel ces lames sont embloquées trahit de fortes déformations mécaniques.

[1]) Uhlig Geologie des Tatragebirges III, 1899, pl. I a fig. 1 et fig. 36 p. 71.

Digitized by Google

La découverte du lambeau de Gładkie parmi les calcaires de Czerwony Wierchy sert de nouveau point d'appui aux aperçus si féconds de M. Lugeon, à savoir que les Tatra sont de grands plis couchés poussés vers le Nord [1]).

[1]) M. Lugeon. Analogie entre les Carpathes et les Alpes (C. R. A. des sciences Paris 17 novembre 1902). — M. Lugeon. Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des klippes des Carpathes. Lausanne 1903.

Laboratoire géologique du Musée de Chałubiński à Zakopane.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

21 Kwietnia 1904.

Digitized by Google

Digitized by Google

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — **118 k.**

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — **258 k.**

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — **276 k.**

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — **77 k.**

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — **27 k.**

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — **57 k.**

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — **162 k.**

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — **162 k.**

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — **48 k.**

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — **156 k.**

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Digitized by Google

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wislocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

Digitized by Google

N° 8. OCTOBRE 1904.

12,229

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1904.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1904 — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 9. Novembre 1904.

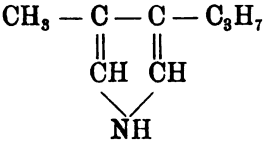
Sommaire: 37. MM. J. BURACZEWSKI et L. MARCHLEWSKI. Recherches sur la matière colorante du sang.
38. M. JOSEPH NUSBAUM. Recherches sur la régénération de quelques Polychètes.
39. MM. L. BYKOWSKI et J. NUSBAUM. Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv.
40. M. W. GĄDZIKIEWICZ. Sur la structure histologique du coeur chez les Crustacés décapodes.
41. M. ADAM WRZOSEK. Recherches sur le passage des microbes du sang dans la bile dans les conditions normales.

Séance du lundi 7 Novembre 1904.

PRÉSIDENCE DE M. E. GODLEWSKI.

37. MM. J. BURACZEWSKI et L. MARCHLEWSKI m. t. **Studya nad barwikiem krwi. III.** ***(Studies on the blood colouring matter. III preliminary note). (Recherches sur la matière colorante du sang).***

The most important problem, bearing on the constitution of haemin and chlorophyll, is at present the constitution of haemopyrroline, obtained by the action of reducing agents on haemin or phyllocyanine [1]). The discoverers of haemopyrroline, Nencki and Zaleski [2]), discussed several possible formulae for this substance, amongst others the following one:

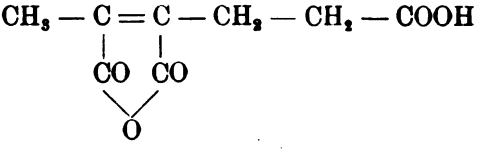


according to which haemopyrroline is a methyl-propyl-pyrroline. The question whether the propyl group contains a normal carbon chain or the iso-chain the authors named have left unsolved, whereas

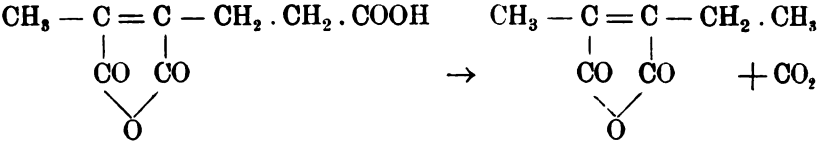
[1]) This Bulletin, 1901, 277.
[2]) This Bulletin, 1901, 217.

Digitized by Google

Küster[1]) gave a proof for the preexistence of a normal chain which seemed to be unchallengable. This author has found that the anhydride of the so called threebasic haematic acid possesses the formula:



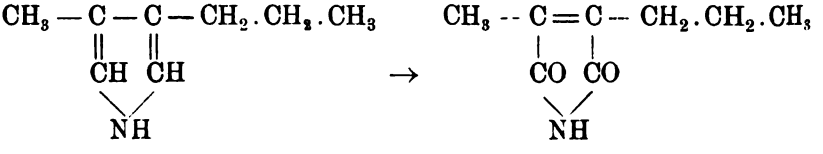
on account of it being able to produce on exidation succinic acid $COOH . CH_2 . CH_2 . COOH$. The conversion of the anhydride of the threebasic haematic acid into the anhydride of the bibasic acid must therefore be formulated as follows:



the more so as the latter substance proved identical, according to Mr. Galler[2]), with the synthetically prepared methyl-ethyl-maleic anhydride.

So far the facts agree exceedingly well with the assumption that haemopyrroline is 3-methyl-4-n-propyl-pyrroline.

The latest researches of Küster and Haas[3]) seem however to call into question the above view. These authors prepared synthetically, according to the well known method of Michael and Tissot. methyl-propyl-maleic anhydride and then the corresponding imide, and compared it with the oxidation product of haemopyrroline. Based upon the results obtained by Plancher[4]) one must expect that haemopyrroline, being 3-methyl-4-n-propyl-pyrroline will yield on oxidation the imide of methyl-propyl-maleic acid:



[1]) Ber. **35**, 2948 (1902).
[2]) Ber. **35**, 2948 (1902).
[3]) Ber. **37**, 2470 (1904).
[4]) R. Accademia dei Lincei vol. XII, 1° sem., serie 5a, fasc. 1°. 10.

Digitized by Google

However the comparison of the oxidation product of haemopyrroline with the synthetically prepared imide showed that they are not identical — their melting points differ not inconsiderably (the difference amounts to 7° C). The authors named were not able however to analyze the acid obtained from haemopyrroline and the results, it may be hoped, are not absolutely binding.

In view of the great probability of the haemopyrroline formula as given above, and having started synthetical experiments with the view to prepare artificially haemopyrroline at the same time as Küster, and in any case independently from this author, we have decide to test the said formula by a method differing from the one followed up by Küster. *Our idea was to reduce the imide of methyl-n-propyl-maleic acid and compare the product obtained with haemopyrroline, formed by haemin.*

The preparation of methyl-n-propyl-maleic anhydride does not offer any difficulties: propylacetoacetic ether is condensed with prussic acid. the product obtained saponified and the methyl-propyl malic acid produced distilled The reaction takes place smoothly, exactly in accordance with other similar synthesis described by Michael and Tissot. The properties of the anhydride agree in general with the description given by Küster and Haas and we may pass over at present any details. The imide we obtained by prolonged heating of the anhydride with alcoholic ammonia to 110°. Whereas Küster and Haas describe crystalls of this substance we never were so fortunate as to get it in the crystalline state. The imide we tried to convert into haemopyrroline in exactly the same manner as Bell converted succinic imide into pyrroline, viz. we heated it with a large excess of zinc dust in the presence of hydrogen. There distilled very soon a thick liquid which possessed a smell similar to that of haemopyrroline, and which on being treated with diluted hydrochloric acid dissolved partly, leaving a brown, greasy substance behind. The solution in dilute hydrochloric acid gave, on being left over night in the presence of air, a reddish brown precipitate, which dissolved easily in alcohol with a brownish red colour; this solution showed an absorption spectrum similar to that of urobilin and gave with ammoniacal zinc chloride a fluorescent (greenish) liquor, showing a spectrum similar to that of zinc urobilin. In other words, the reduction product of methyl-n-propyl-maleic imide yields under the influence of oxygen of the

Digitized by Google

air a colouring matter, showing properties very much akin to those of urobilin [1]). Whether these two colouring matters are really identical or not, we are at present unable to say; the optical properties of urobilin are not sufficiently characteristic for the purpose of identification. We must therefore also defer any assumption concerning the nature of the first reduction product of methyl-n-propyl-maleic imide.

Presuming that Küster will follow up his former researches, we will not of course tresspass upon his field of researches, but we shall endeavour to find out new means of identifying the reduction product of methyl-n-propyl-maleic acid and study the behaviour towards reducing agents of other homologues of maleic imide.

The chief reaction on which all the above experiments are based, the production of homologs of maleic acid by the elegant synthesis, discovered by Michael and Tissot, is cleared up in all its details. The first stage leads to the formation of hydroxycyanides which on being saponified lead to homologs of hydroxysuccinic acid. The latter containing one or two, as the case may be, of asymmetrical carbon atoms must be liable to splitting up into optical isomers. These views are completely in agreement with facts, as we were able to ascertain. The combination product of acetoacetic ether with hydrocyanic acid yields after being saponified a methyl-malic acid:

$$CH_3 . CO . CH_2 . COO C_2H_5 \rightarrow CH_3 . C (OH) (COOH) . CH_2 . COOH$$

which, containing only one asymmetrical carbon atom, must exist in two optical isomeric modifications. We succeeded in isolating one of them, the dextro-rotatory antimer, in the pure crystalline state, whereas the other, laevo rotatory, we could not up to the present obtain in crystals. The splitting up of the racemic acid takes place easily by fractional crystallisation of its strychnine salt. The combination of the dextro-antimer being less soluble crystallises first in the form of fine white needles, which are laevorotatory. By the action of sodium hydrate this salt is decomposed in the usual way, and the recovered acid crystallised from acetic ether. Its melting point is 108°—109° and $[\alpha]_D^{20} = + 22.83^0$ (c = 1.5).

[1]) The fumes of the distilled artificial colour produce upon a piece of resinous pine-wood a red colouring.

Digitized by Google

38. M. JOSEPH NUSBAUM m. c. **O regeneracyi kilku wieloszczetów (Polychaeta) sztucznie zranionych.** *(Über die Regeneration einiger Polychaeten nach künstlichen Verletzungen). (Recherches sur la régénération de quelques Polychètes).*

Im Winter 1904 studierte ich an der Zoolog. Station in Neapel die Regenerationsprocesse bei einigen Polychaeten, und zwar die Regeneration des vorderen und hinteren Körperabschnittes nach künstlichem Abtragen derselben. Ich experimentierte mit *Amphiglene mediterranea* Leyd., *Nerine cirratulus* Delle Ch., *Nereis cultrifera* Gr.. *Dasychone lucullana* Delle Ch. Am geeignetsten erwiesen sich *Amphiglene* und *Nerine*. Als Hauptobjekt diente mir *Amphiglene* und die folgende Beschreibung bezieht sich hauptsächlich auf diese Spezies, teilweise aber auch auf die letztere. Es ist überhaupt merkwürdig, dass, obgleich die Oligochaeten in dieser Hinsicht in den letzten Jahren vielfach untersucht worden sind, die Polychaeten im Gegenteil sehr wenig hinsichtlich der Regenration bearbeitet worden sind, obwohl sie eine so artenreiche und so höchst mannigfaltige Gruppe darstellen, denn ausser den Untersuchungen von Michel (1898) und seinen älteren Vorgängern, E. Schultz (1899) und Iwanow (1904), gibt es keine wichtigeren, neueren Arbeiten auf diesem Gebiete.

Bei allen Exemplaren von Amphiglene. deren Hunderte von mir operiert worden sind, regenerierten sich alle, nachdem ihnen die 10 bis 15 hintersten Körpersegmente abgeschnitten worden sind, während bei Nerine und anderen erwähnten Arten ein gewisser Teil der operierten Exemplare immer zu Grunde ging.

Drei bis sechs Stunden nach der Operation ragt bei Amphiglene der durchschnittene Darm durch die Wunde nach aussen heraus, wobei der frei hervortretende Darmabschnitt sehr bald einer Umstülpung unterliegt, so dass die innere, bewimperte Fläche desselben nach aussen gekehrt wird; es bildet sich auf diese Weise ein bewimpertes Schildchen am hinteren Ende des operierten Wurmes, wobei die freien Ränder des Schildchens gegen die Peripherie sich verbreiten. Gleichzeitig verengt sich die Öffnung der durchschnittenen Körperwand und die Leibeshöhle kommuniciert mit der Aussenwelt vermittelst eines engen, kreisförmigen Schlitzes, welcher sich zwischen den Rändern des Schildchens und dem Wundrande befindet. Sehr bald schliesst sich der Schlitz provisorisch, und zwar durch eine Art Pfropfen, der aus heraustretenden Leukocyten, durchschnittenen Muskelfasern und teilweise aus den von durchschnitte-

Digitized by Google

nen Geschlechstdrüsen zahlreich hervortretenden Sexualelementen besteht. Das erwähnte Schildchen besteht aus einer Schicht von hohen bewimperten Zylinderzellen und ist in der Mitte durch die provisorische Analöffnung durchbrochen; und da die Ränder des Schildchens während der zwei oder drei ersten Regenerationstage noch weiter gegen die Peripherie wachsen, wird der bei weitem grösste Teil der Wundfläche durch dasselbe bedeckt. Endlich kommt es zur definitiven Verwachsung des erwähnten Schildchens mit dem Rande der Körperwand. Somit wird die Wunde vollkommen geschlossen, wobei die Grenze zwischen dem entodermalen und ektodermalen Abschnitte des Epithels am hinteren Ende des Wurmkörpers noch eine längere Zeit sichtbar ist, und zwar infolge gewisser Färbungsdifferenzen beider Abschnitte, obwohl die Wimpern an den peripherischen Teilen des Schildchens früh zu grunde gehen. Die beschriebenen Verhältnisse, welche ich sowohl bei Amphiglene wie auch bei Nerine gesehen habe, wurden von keinem meiner Vorgänger beobachtet; alle beschreiben eine einfache Verlötung des durchschnittenen Darmes mit dem Wundrande.

Nach einiger Zeit, und zwar in 8 oder 9 Tagen, manchmal noch früher, stülpt sich das entodermale Schildchen ein; es bildet sich namentlich eine ringförmige Vertiefung an der Grenze zwischen dem entodermalen und ektodermalen Teile der Wundfläche, und zwar so, dass nicht nur ein Teil des Entoderms, sondern auch ein kleiner Abschnitt des Ektoderms miteingestülpt wird und die mittlere Partie des Schildchens, wo die primäre Analöffnung sich befindet, eine gewisse Zeit als ein kleiner Kegel nach aussen aus der Tiefe hervorragt. Im weiteren Verlaufe der Regeneration wird der Kegel immer niedriger, er stülpt sich ein, es erfolgt eine vollkommene Ausgleichung der Hinterdarmwand und die definitive, viel grössere Analöffnung wird somit von einem Rande ektodermaler Herkunft begrenzt. Während die primäre Analöffnung (am Gipfel des Kegels) ganz hinten liegt, verändert sich die Lage des definitiven Afters, indem derselbe an der Ventralseite zu liegen kommt, und zwar infolge eines ungleichmässigen Wachstums des hinteren Körperendes. Es ist interessant, dass in der Lage des Afters im Regenerate eine grosse Verschiedenheit zwischen Amphiglene und Nerine besteht, und zwar öffnet sich der After bei Nerine ähnlich wie bei Amphiglene zuerst ganz hinten, später aber geht er bei Nerine auf die Dorsalseite über, was auch durch ungleichmässiges

Digitized by Google

Wachstum des hinteren Körperendes (aber in anderer Richtung) bedingt ist. Das sich sehr früh differenzierende Analsegment ist fast kugelförmig und besteht aus sehr hohen, zylindrischen Epithelzellen mit hellem, reich vakuolisierten Plasma und verhältnismässig kleinen Kernen.

Während die Analöffnung im Regenerate von Anfang an offen bleibt, wird die Mundöffnung eine gewisse Zeit verschlossen und tritt erst sekundär zum Vorschein. Schon in der ersten Stunde nach dem Abtragen des Kopfes samt 3 bis 5 Körpersegmenten bemerkt man eine energische Zusammenziehung der Wunde, durch die Kontraktion der zirkulären Körpermuskulatur bedingt, und ein Hinausragen eines Teiles des durchschnittenen Darmes, welcher sich auch hier ähnlich wie im Hinterregenerate umstülpt und ein bewimpertes Schildchen bildet. Sehr bald nun verengt sich der Darm halsförmig hinter diesem Schildchen und verliert sein Lumen, wodurch die Kommunikation des Darmlumens mit der Aussenwelt zeitweise aufgehoben wird. Zwischen den Rändern des Schildchens und der Körperwand bleibt auch hier während einer gewissen Zeit ein ringförmiger Schlitz offen, welcher sich zuerst provisorisch durch Leukocyten, Blutkörperchen und durchschnittene Muskelfasern verschliesst und endlich infolge des Zusammenwachsens der Ränder des Schildchens mit der Körperwand definitiv geschlossen wird (im 2 bis 3 Regenerationstage). Am dritten Regenerationstage, manchmal noch früher, stülpt sich nun das Schildchen ein, wobei infolge eines weiteren, ungleichmässigen Wachstums der Körperwand am vorderen Ende des Regenerates der sich einstülpende Teil mehr auf die Ventralseite übergeht. Der alte Darm ist mit seinem blinden Ende vorn gegen die erwähnte Einstülpung gerichtet und mit derselben durch einen soliden Zellenstrang verbunden, der aus der halsförmigen Verengung des Darmes hervorgegangen ist. In diesem Strange bildet sich dann (im 4 Regenerationstage) ein sekundäres Lumen aus und so kommt es zur definitiven Kommunikation des Vorderdarmes mit der Aussenwelt. Endlich erscheint in innigem Zusammenhange mit der Ausbildung der kiementragenden Kopflappen eine ektodermale Einstülpung, so dass es eine Art Mundbucht rein ektodermalen Ursprunges zustande kommt; eine nähere Beschreibung dieses letzteren Processes lässt sich nicht ohne Abbildungen klar darstellen, weshalb dieser Punkt in der ausführlichen Arbeit näher besprochen sein wird. Die beschriebene Regeneration des Vorder-

Digitized by Google

darmes habe ich bei Amphiglene studiert; bei Dasychone lucullana fand ich viele Bilder, welche auf eine ähnliche Art und Weise der Darmregeneration hinweisen.

Die Regeneration des Nervensystems ist mit derjenigen des Muskelsystems in vieler Hinsicht innig verbunden, was ich auch in meinen Studien über die Regeneration der Enchytraeiden nachgewiesen habe.

Was die Regeneration der Gehirnganglien anbelangt, so findet man am dritten Tage nach der Operation bei Amphiglenen, denen 3 bis 5 vorderste Körpersegmente abgeschnitten worden sind, ein Heraustreten zahlreicher Zellen aus dem neugebildeten Ektoderm, die oberhalb des Vorderdarmes eine lose Zellenanhäufung bilden. Ein Teil dieser Zellen bekommt nun ein mesenchymatisches Aussehen; die Zellen werden teils spindelförmig, teils sternförmig, sind mit Ausläufern versehen und bilden an einigen Stellen eine Art retikulären Gewebes, indem sie sich hier und da miteinander verbinden. Diese Zellen bilden die Anlagen des Bindegewebes und der Muskelelemente des Regenerates. Ein anderer Teil der Zellen der erwähnten Anhäufung bleibt eine längere Zeit mit dem Ektoderm verbunden und bildet in dem Masse, als sich die Kopflappen differenzieren, paarige, kompakte Zellanhäufungen, welche die Anlagen der Gehirnganglien und der Schlundkommissuren darstellen. Während die Zellen der Gehirnganglien längere Zeit eine mehr rundliche Gestalt aufweisen, werden die Zellen der Schlundkommissuren sehr bald zum grössten Teil verlängert, werden spindelförmig, bipolar und laufen an beiden Polen in feine Fasern aus.

Die Regeneration des Bauchmarkes steht in innigem Zusammenhange mit der Ausbildung eines Teiles des Muskelsystems, und zwar der longitudinalen Muskulatur der Körperwand. Am 5—6. Regenerationstage sieht man einen Zusammenhang zwischen dem Ektoderm der Wundfläche und dem hinteren Ende des durchschnittenen Bauchmarkes, und zwar erfolgt an dieser Stelle eine rege Zellvermehrung im Ektoderm, wobei die aus diesem letzteren heraustretenden Zellen in das alte Bauchmark hineindringen; viele dieser Zellen nehmen dabei eine spindelförmige, bipolare Gestalt an, indem sie sich in Nervenfasern verlängern. Im alten Bauchmarke habe ich niemals eine Zellvermehrung beobachtet; es ist aber möglich, dass Nervenfasern aus dem alten Bauchmarke in das Regenerat eindringen, wie ich es bei den Enchytraeiden konstatieren konnte. Wenn sich das

Digitized by Google

halbkugelförmige Analsegment differenziert hat, findet sich die erwähnte Proliferationsstelle des Ektoderms unmittelbar vor dem After und in dem Masse, als der Regenerationskegel wächst, treten hier immer neue Zellen aus dem Ektoderm heraus, verschieben sich nach vorn und bedingen somit das Längswachstum des Bauchmarkes. Ausserdem treten aber in das sich auf diese Weise regenerierende Bauchmark noch viele neue Zellelemente hinein, und zwar vom Ektoderm der Ventralseite, längs des ganzen Regenerationskegels, segmentweise. entsprechend der Lage der künftigen Scheidewände (Septa) der Leibeshöhle.

An Querschnitten durch den Regenerationskegel von Amphiglene 23 bis 30 Tage nach der Operation sieht man. dass median an der Ventralseite die Bauchmarkanlage mit dem Ektoderm zusammenhängt und dass sie aus sehr regelmässig angeordneten, fast senkrecht zur Körperoberfläche gestellten Zellensäulen besteht. In der Mitte der Bauchmarkanlage sieht man sowohl bei Amphiglene wie auch bei Nerine eine Gruppe von sehr hohen, zylindrischen, basal etwas verbreiteten Zellen, die im Ektoderm liegen, mit ihren basalen Abschnitten zur Körperoberfläche reichen und an den inneren, etwas verengten Enden in eine Anzahl sich verästelnder Fortsätze übergehen, welche in die sich paarig anlegende „Punktsubstanz", d. h. in das Neuropilem der Bauchmarkanlage hineindringen. Solche Zellen hat auch Eugen Schultz bei den von ihm untersuchten Formen gesehen und sie als „Neurogliazellen" bezeichnet.

In innigem Zusammenhange mit der Bauchmarkanlage, namentlich aus den Ektodermpartien, die beiderseits in unmittelbarer Nachbarschaft dieser Anlage sich befinden. entstehen die longitudinalen Muskelfassern, und zwar so, dass in einem gewissen Stadium diese Muskelanlagen und die Bauchmarkanlage ein fast zusammenhängendes Ganzes bilden, obwohl von Anfang an eine Grenze zwischen beiden Bildungen durchführbar ist. Am 35. Regenerationstage sind schon beide Anlagen voneinander ganz getrennt.

Die longitudinale Muskulatur bildet bekanntlich zwei Paare bandförmiger Muskelmassen, die ventral und dorsal verlaufen. Es ist nun sehr interessant, dass in der hintersten Abteilung des Regenerationskegels unmittelbar an der Grenze der halbkugelförmigen Analsegmente von den erwähnten, im Zusammenhange mit dem Bauchmarke sich entwickelnden Anlagen der longitudinalen Ventralmuskulatur jederseits eine Zellengruppe sich abtrennt

Digitized by Google

und an die Dorsalseite übergeht, wo sie die Anlage der dorsalen, longitudinalen Muskelmassen bildet. Ich konnte diesen genetischen Zusammenhang sowohl bei Ampiglene wie auch bei Nerine (am 30. Tage nach der Operation) konstatieren und in dieser Hinsicht stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen Iwanows überein, obwohl er die Entwicklung der ventralen Muskelmassen ganz falsch beschreibt.

Sehr interessant ist die Art und Weise der Entwicklung der longitudinalen bandförmigen Muskelmassen aus den betreffenden Zellenanlagen. Die Zellen vermehren sich sehr energisch und, wie es scheint, ausschliesslich auf mitotischem Wege. Sie verlängern sich dann und stellen sich mit der langen Achse senkrecht zur Körperwand, wobei der Kern dem proximalen Pole der Zelle sich nähert und endlich ganz polständig wird. Die Zelle wird seitlich komprimiert und bekommt einen proximalen, den Kern enthaltenden, dickeren, etwa birnförmigen Pol und einen dünnern, der distal gerichtet ist (also in der Richtung gegen die Körperwand). Dann wird der Kern birnförmig und ein Teil der Chromatinsubstanz sammelt sich an seinem verengten, distalen Pole, um hier einen keilförmigen, sich stark tingierenden Fortsatz zu bilden. Solche Zellen ordnen sich stellenweise in longitudinalen Reihen an und, indem die proximalen, birnförmigen, kernhaltigen Abschnitte dieser Zellen frei bleiben, verschmelzen die distalen Abschnitte in lange, plasmatische, seitlich komprimierte Bänder, in welchen dann die Muskelsubstanz zum Vorschein kommt. Andere Zellen verschmelzen nicht miteinander, sondern verlängern sich in der Richtung der langen Körperachse und, indem der Mutter-Kern sich vermehrt, bleiben die Tochter-Kerne am proximalen Rande der Zelle in birnförmigen Ausbuchtungen des Plasmas liegen, wo sie auch die erwähnten Chromatinfortsätze bekommen, während der distale, seitlich komprimierte Zellenabschnitt kernlos bleibt und in demselben die Muskelsubstanz erscheint. In den distalen seitlich komprimierten Zellenabschnitten erscheint peripher an den seitlichen Flächen die Muskelsubstanz, und zwar in Gestalt von zwei Lamellen, deren distale Ränder miteinander zusammenhängen, die proximalen dagegen frei bleiben. Beide Lamellen sind durch eine dünne Schicht Sarkoplasmas geschieden, welches zentral in dem Bande verläuft und mit dem Sarkoplasma der freien, birnförmigen Zellenabschnitte direkt zusammenhängt, wobei die erwähnten, keilförmigen Chromatinfortsätze der

Digitized by Google

Kerne tief in diese zentrale Sarkoplasmaschicht zwichen die beiden Lamellen hineindringen. Die lamellösen Anlagen der Muskelsubstanz erscheinen zuerst homogen; erst später zerfallen sie in viele parellel verlaufende Fibrillen und in eine interfibrilläre Substanz. Eine weitere Differenzierung besteht darin, dass sich die birnförmigen, distal gelegenen Zellabschnitte sehr stark in proximo-distaler Richtung verlängern, so dass dünne, plasmatische Fäden entstehen, die proximal mit den Kernen, von dünner Plasmaschicht umgeben, zusammenhängen, distal aber mit der bandförmigen Abteilung sich verbinden, in welcher sich, wie erwähnt, die kontraktile Substanz an den lateralen Flächen inzwischen ausgebildet hat. Wir haben es hier also nicht mit geschlossenen, röhrenförmigen Muskelfasern zu tun, sondern mit halbröhrenförmigen, im Querschnitte *V*-förmigen, die proximal offen sind, wo mit denselben das die Kerne enthaltende Sarkoplasma kommuniziert.

Was die Regeneration der zirkulären (Amphiglene) oder schief verlaufenden (Nerine) Körpermuskulatur anbetrifft, so kann ich in dieser Hinsicht meine früheren, an Enchytraeiden angestellten Beobachtungen bestätigen, und zwar insofern, als auch bei Polychaeten die betreffende Muskulatur sich nicht aus Zellen regeneriert, die aus dem Ektoderm heraustreten, wie dies z. B. bei der Neubildung der longitudinalen Muskulatur stattfindet, sondern in situ im Ektoderm selbst, in seiner tiefsten Schicht. In dieser Hinsicht war mein Vorgänger C. Michel der Wahrheit sehr nahe, indem er sagte: „Les fibres musculaires surtout transverses sont en connexion avec les cellules épidermiques.... leur dérivation ectodermique est plus manifeste“.

Die erwähnte, tiefere Epidermisschicht konnte ich besonders klar im Regenerationskegel der Nerine beobachten, und zwar sieht man hier unter der Schicht des hohen Zylinderepithels ovale Kerne in einer Plasmaschicht eingebettet und mit den langen Achsen parallel zur Körperoberfläche gerichtet; die Grenzen zwischen den einzelnen Zellen sind unsichtbar. In dieser Schicht entwickelt sich nun die zirculäre Muskelfaseranlage des Regenerates.

Wir gehen endlich zur Regeneration des Coeloms und der Scheidewände (Septa) über. In sehr frühen Stadien treten aus dem regenerierten Ektoderm der Wundfläche viele Zellen heraus, die die Peritonealauskleidung der Leibeshöhle liefern; diese Zellen besitzen anfangs ein mesenchymatisches Aussehen, sind mit Fortsätzen ver-

Digitized by Google

sehen und stellenweise miteinander verbunden. Es bilden sich aus diesem Gewebe: 1) das parietale Blatt des Peritoneums, 2) das viscerale Blatt desselben, 3) die Mesenterien und 4) teilweise die Scheidewände (Septa) der Leibeshöhle. Im Hinterregenerate bleibt dieses Gewebe vor dem Analsegmente liegen und bildet an der Bauchseite, zu beiden Seiten des Darmes zwei Zellenstreifen, welche ich Mesodermstreifen nennen werde. Eine Proliferationstelle dieses Gewebes findet sich eine längere Zeit hindurch unmittelbar vor dem Analsegmente; indem sich dasselbe nach vorne verschiebt, unterliegt es zuerst im vordersten Abschnitte des Regenerates weiteren Differenzierungen ähnlich wie bei der ontogenetischen Entwicklung so dass, während vorne in den beiden Mesodermstreifen die Coelomhöhlungen und die Scheidewände zum Vorschein kommen, die hinteren Abteilungen derselben noch eine längere Zeit undifferenziert bleiben und zu beiden Seiten der jungen Bauchmarkanlage samt der Anlage der Longitudinalmuskulatur mit dem Ektoderm verbunden sind. Da die hauptsächliche Proliferationsstelle des erwähnten Gewebes unmittelbar vor dem Analsegmente sich befindet, rückt dasselbe nach hinten in dem Masse, als neues Zellmaterial für die Mesodermstreifen hinzutritt und der ganze Regenerationskegel wächst; das Analsegment ist also das erste sich differenzierende Segment des Regenerates und es kann allen anderen Segmenten gegenübergestellt werden, von welchen sich die unmittelbar dem alten Körperteile anliegenden Segmente zuerst und die folgenden sukzessive erst später differenzieren. Die Art und Weise der Differenzierung einzelner Segmente und der entsprechenden Dissepimente werde ich in der ausführlichen Arbeit näher beschreiben. Im vorderen Regenerate ist die Aufeinanderfolge der sich differenzierenden, einzelnen Segmente (in innigem Zusammenhange mit der Ausbildung eines Gewebes von ektodermalem Ursprunge, welches den Mesodermstreifen des Hinteregenerates entspricht) eine ganz analoge; das Kopfsegment ist hier das erste sich differenzierende Segment, und die jüngsten, am wenigsten differenzierten Segmente des Körpers folgen unmittelbar hinter dem Kopfsegmente, wo die hauptsächliche Proliferentionstelle für das erwähnte Gewebe sich befindet.

Die alten mesodermalen Gewebe spielen eine sehr untergeordnete Rolle bei der Regeneration derjenigen neuen Gewebe, welche der Kategorie der Mesodermgebilde angehören, z. B. der Muskeln und der Peritonealbildungen. Das alte Peritoneum beteiligt sich nur

Digitized by Google

wenig an der Bildung des neuen und was die alte Muskulatur anbelangt, so konnte ich konstatieren, dass nur ein kleiner Teil der longitudinalen Muskelfasern des Kopfregenerates vom Sarkoplasma der alten Fasern sich regeneriert.

Die Frage über die Regeneration der Kiemen, der Blutgefässe und mancher anderen Organe sowie einige theoretische Erwägungen werden in der ausführlichen, mit vielen Abbildungen versehenen, demnächst zu erscheinenden Arbeit besprochen werden.

---

39. MM. L. BYKOWSKI et J. NUSBAUM m. c. **Przyczynki do morfologii ryby pasożytniczej kostnoszkieletowej Fierasfer Cuv.** ***(Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasfer Cuv.).*** *Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv.).*

(Planche XI.).

I. Die Schwimmblase mit besonderer Berücksichtigung der Gasdrüse derselben.

Während meiner Studien an der Zoolog. Station zu Neapel im Winter 1904 habe ich eine grössere Anzahl von Exemplaren des in Holothurien temporär parasitierenden Fisches Fierasfer (*F. acus* Kaup. und *F. dentatus* Cuv.) von verschiedenem Alter konserviert, und zwar zum Zwecke einer näheren Untersuchung mancher Bauverhältnisse, welche in der bekannten Monographie von Prof. C. Emery (Fauna und Flora des Golfes von Neapel. II. Monographie. Fierasfer, 1880) eine nicht genügende Bearbeitung gefunden haben. Ausserdem hat mir Prof. B. Grassi in Rom eine sehr schöne Sammlung von älteren und jüngeren Exemplaren dieser Fische (in Formalin konserviert) in liebenswürdigster Weise zur Bearbeitung überlassen, welche er hauptsächlich in der Umgebung von Messina gefischt hatte. Im Besitze eines so reichlichen und ziemlich seltenen Materials (was besonders die Art *F. dentatus* anbelangt) konnte ich, und zwar unter Mitwirkung meines Schülers, des Herrn L. Bykowski in mancher Hinsicht die Beobachtungen Emerys ergänzen. Ich beginne mit der Schwimmblase.

Die äussere Form der ansehnlichen Schwimmblase beider Arten hat Emery in genügender Weise beschrieben; was aber den histologischen Bau der Schwimmblasenwand anbelangt, so kann ich in vielen Punkten die Beschreibung Emerys vervollständigen.

Digitized by Google

Von unten und zum kleinen Teil seitwärts ist die Schwimmblase vom Peritoneum bedeckt, welches hier reich an Pigmentzellen ist. In der Wand der Blase selbst unterscheiden wir: 1) eine äussere, grobfaserige, bindegewebige Membran, 2) eine darunter liegende dünne, derbe elastische Membran, 3) eine innere feinfaserige, lamellöse, bindegewebige Membran, 4) eine das Lumen der Blase auskleidende Epithelschicht.

Die sehr dicke äussere Membran enthält sehr dicht nebeneinanderliegende, grobfaserige Bündel, die mehr oder weniger wellig verlaufen. Sie bilden verschiedenartige Schichten. An manchen Stellen verlaufen fast alle Bündel parallel zur Längsachse der Blase, an anderen bilden die zirkulär verlaufenden Faserbündel eine äussere Lage, die longitudinalen eine innere, wieder an anderen besteht im Gegenteil die innere Lage aus zirkulär verlaufenden Bündeln. An denjenigen Stellen, wo die Wand der Blase besonders dick ist, und zwar hauptsächlich in der hinteren Abteilung derselben, verlaufen die Bündel so, dass die longitudinalen zwei Schichten bilden, eine äussere und eine innere, die zirkulären dagegen eine mächtige mittlere Lage bilden, welche hier und da sehr scharf von den longitudinalen sich abgrenzt, so dass zuweilen ansehnliche Schlitze zwischen denselben hervortreten. Zwischen den Fasern liegen sehr viele Zellen, und zwar äusserst lange, spindelförmige, gewöhnlich mit stäbchenförmigen oder länglich ovalen Kernen, welche reich an Chromatinkörnchen sind. Emery bezeichnet alle Fasern dieser Membran als elastische. Das ist aber nicht richtig. Die Fasern bestehen aus einer kollagenen Substanz; bei der Tinktion mit Haematoxylin-Eosin oder mit der Van Giessonschen Flüssigkeit nehmen sie eine intensive rötliche Färbung an. Erst die Färbung mit Weigertschem Fuchsin-Resorcin überzeugt uns, dass ausser diesen Fasern noch einzelne, feine, an manchen Stellen reichlich vorhandene elastische Fasern in dieser Membran sich befinden. Nach innen von dieser Bindegewebschicht folgt eine sehr derbe, obwohl dünne Membran, welche aus sehr dicht sich durchflechtenden, dicken, elastischen Fasern besteht, die zum grössten Teil zirkulär, aber auch teilweise longitudinal und schief verlaufen, sich vielfach verästeln und netzartig sich verbinden; in dieser Membran findet man zwischen den Fasern viele spindelförmige Zellen mit stark verlängerten, stäbchenförmigen Kernen.

Nach innen von dieser Membran folgt die innere bindegewebige

Digitized by Google

Schichte, welche einen sehr eigentümlichen Bau aufweist. Sie besteht aus vielen, parallel, wellenförmig in longitudinaler Richtung verlaufenden, sehr dünnen und feinen Fäserchen, die stark lichtbrechend und etwas opalisierend sind und aus einer ganz eigentümlichen Substanz bestehen; sie färben sich weder mit Orceïn oder Fuchsin-Resorcin (sind also nicht elastischer Natur), noch mit denjenigen Färbemitteln, welche die grobfaserigen, typisch kollagenen Elemente der äusseren Membran intensiv tingieren; sie bleiben immer äusserst schwach gefärbt; mit Haematoxylin-Eosin tingierten sie sich schwach bläulich, mit Eisen-Haematoxylin, kombiniert mit Nachfärbung mit Rubin S. färben sie sich hell-bläulich, an Präparaten, die nach der Van Giessonschen Methode tingiert waren, erscheinen sie entweder ganz ungefärbt oder nehmen eine schwache rötlich-bläuliche Farbe an. Die Fäserchen sind so verteilt, dass sie einige lamellöse Schichten bilden, die sehr locker miteinander verbunden sind; zwischen den Fäserchen liegen viele Zellen, welche stark verlängert, an den Enden zugespitzt, spindelförmig sind und den Fäserchen parallel verlaufen. Sie bestehen aus einem fein granulierten Plasma und enthalten längliche, oft stäbchenförmige Kerne mit vielen sich intensiv tingierenden Chromatinkörnchen. Ausserdem findet man in diesem Gewebe viele Leukocyten. An manchen Stellen, besonders aber in der vordersten Abteilung der Blase ist dieses Bindegewebe sehr stark entwickelt. Es ist noch zu bemerken, dass in der Nachbarschaft des hinteren Gefässorganes das lamellöse Bindegewebe in ein gewöhliches, lockeres fibrilläres Gewebe sich umwandelt, was schon Emery richtig beobachtet hat. In demselben verlaufen die Gefässe der Blasenwand, wobei in der nächsten Umgebung der Gefässe viele Zellenanhäufungen zu sehen sind. Wie die Färbungen nach der Weigertschen Methode uns gezeigt haben, befinden sich auch in diesem zarten Gewebe hier und da feine elastische Fasern, besonders aber kommen sie reichlich in der Nachbarschaft der Gefässe vor. Die innere, also zum Blasenlumen gerichtete Oberfläche dieser Schicht ist von einer Lage platter, polygonaler Epithelzellen mit ansehnlichen Kernen bedeckt.

Wir gehen jetzt zur Beschreibung eines wichtigen Organs der Schwimmblase über, nämlich zur Beschreibung des „roten Körpers“ („organo rosso“, „organo vascolare“ C. Emerys) und des innig

Digitized by Google

mit ihm zusammenhängenden Epithelkörpers oder der „Gasdrüse“ (Jäger).

An zwei Stellen der Schwimmblasenwand sind die Blutgefässe besonders stark entwickelt, indem sie hier die Gefässorgane bilden. Eine dieser Stellen befindet sich in dem mittleren Abschnitte der Schwimmblase, an der ventralen Wand derselben, die andere im hintersten, blind geschlossenen Teile des hinteren Abschnittes (diese Abschnitte entstehen in der Blase dadurch, dass an zwei Stellen die Blasenwand verengt ist und somit in drei Räume oder Kammern, die miteinander in offener Kommunikation stehen, geteilt wird). Die Lage des vorderen Gefässorganes entspricht ganz genau der Lage desselben bei manchen anderen Knochenfischen, wo es von Corning (1888), von Vincent et Barnes (1896) und von A. Jäger (1903) untersucht worden ist, das hintere entspricht wohl dem dorsal bei diesen Fischen gelegenen Gefässorgan, welches Corning als „Oval“ bezeichnet hat. Wir müssen uns vorstellen, dass das beim Fierasfer am hinteren, blinden Ende der Blase gelegene Organ, bei anderen Knochenfischen mehr nach der Rückenseite verschoben wird.

Beide Gefässorgane, wie es Emery richtig beobachtete, erhalten ihr Blut von einem Aste der A. coeliaca, indem dieser Ast auf der Höhe des vorderen Gefässorganes zusammen mit der Vene die Schwimmblasenwand durchbohrt und sich hier in zwei Äste teilt, in einen vorderen, der sich zum vorderen Gefässorgane richtet und in einen hinteren, viel längeren, der längs der Mittellinie der Blasenwand nach hinten sich hinzieht, bis er das hintere Gefässorgan erreicht.

Das vordere Gefässorgan, wie es Emery richtig beschrieben hat und was ich bestätigen kann, besteht aus einem arteriellen und venösen Wundernetze, von welchem die Blutgefässe des diskoidalen, in das Lumen der Blase hineinragenden Epithelorgans den Anfang nehmen. Den Bau dieses Wundernetzes beschreibt Emery folgendermassen: die Arterie teilt sich momentan in sehr zarte Ästchen, welche parallel nach vorne verlaufen, das vordere Ende des Gefässorgans erreichen und hier sich wieder vereinigen, indem sie kleine Stämme bilden; einen ähnlichen Verlauf zeigen die Venen, aber in entgegengesetzter Richtung, indem sie sich hinten zu einem einzigen venösen Stamm verbinden, welcher durch dieselbe Öffnung die Schwimmblase verlässt, durch welche die Arterie hineintritt. Meine

Digitized by Google

Beobachtungen bestätigen diese Anordnungsweise der genannten Gefässe.

Es ist nun die Frage zu beantworten, in welcher Schicht der Blasenwand dieses Wundernetz liegt? Wir wissen, dass zwischen dem das Lumen der Schwimmblase auskleidenden Epithel und der äusseren, grobfaserigen Bindegewebsschicht samt der elastischen Membran eine Lage von feinfaserigem, blättrigen Bindegewebe vorhanden ist, welche die Blutgefässe führt. Da das Epithel nach innen vom Wundernetze eine mächtige, solide, mehrschichtige Lage, d. h. den Epithelkörper (Gasdrüse) bildet, möchte man meinen, dass das Wundernetz in dem unterliegenden, blättrigen Gewebe seine Lage hat. Es ist aber anders; dieses Gewebe liegt hier unter dem Wundernetze, wo es eine äusserst dünne Lage bildet, das Wundernetz bildet dagegen eine selbständige, mächtige Lage, eine Art Blutgefässgewebes, wie man es nennen könnte. Die Gefässe des arteriellen und die des venösen Wundernetzes sind durch keine Spalten und durch kein interstitielles Gewebe voneinander geschieden; unmittelbar zwischen den benachbarten arteriellen Gefässen verlaufen die venösen und hängen mit diesen direkt zusammen, so dass sich ein kontinuierliches, spongiöses Blutgefässgewebe bildet.

Ein sehr interessantes Bild zeigt ein Querschnitt (Fig. 1) durch das betreffende Wundernetz einer älteren Larve von Fierasfer *dentatus* von circa demselben Alter, wie diejenige, welche Emery in Fig. 4, Tafel I seiner Monographie dargestellt hat. Wir erblicken hier ein Netz, welches aus zusammenhängenden arteriellen und venösen Kapillaren besteht, und zwar sind die ersteren mit etwas dickeren, die letzteren mit dünneren Wänden versehen. Beide Gefässarten liegen mehr oder weniger reihenartig angeordnet, so dass sie auf einem Querschnitte durch das ganze Wundernetz 8 bis 10 Reihen bilden, eine unter der andern, wobei in jeder Reihe arterielle und venöse Gefässe intermittierend liegen und gewöhnlich gegenüber je einem arteriellen Gefässe ein venöses in der unmittelbar benachbarten, oberen und unteren Reihe zum Vorschein kommt; nicht immer ist jedoch diese Anordnung so regulär.

Die Wände der nebeneinander parallel verlaufenden Gefässe, sowohl der arteriellen wie auch der venösen, hängen so innig zusammen, dass zwischen denselben die Grenze nur in Gestalt eines sehr dünnen Konturs erscheint, stellenweise aber ganz verwischt ist. Die Wand eines jeden Gefässes besteht aus einer Plasmaschicht,

Digitized by Google

in welcher ovale oder rundliche Kerne eingebettet liegen, was besonders klar in den dickeren, arteriellen Gefässen zu sehen ist. Wegen des Mangels an ganz frischem Material konnte ich mich nicht überzeugen (durch die Silbernitratmetode), ob zwischen den Zellen Kittlinien existieren; es scheint mir aber, dass die Gefässwände nur aus einer kontinuierlichen Plasmaschicht mit Kernen, also aus einer Art Syncytium bestehen. Im Lichte der Gefässe sind zahlreiche Blutkörperchen vorhanden.

Es ist jedenfalls vom histologischen Standpunkte interessant, dass wir es hier mit einem ansehnlichen Gebilde zu tun haben, welches einzig und allein aus vielen zusammenhängenden Blutgefässen besteht, ich möchte sagen, aus einem „Blutgefässgewebe" zusammengesetzt ist.

Bei ausgewachsenen Exemplaren von Fierasfer *acus* besteht das Rete mirabile aus einer grossen Anzahl von in gleicher Weise direkt miteinander zusammenhängenden Kapilargefässen, die ebenfalls ganz parallel verlaufen und an Querschnitten durch das ganze Gebilde ein höchst interessantes Netz von miteinander verbundenen und die rundlich-polygonalen Lumina begrenzenden Gefässwänden darstellt. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei der dem Fierasfer sehr nahestehenden Form *Ophidium barbatum*, bei welcher im mittleren Teile der Bauchwand der Schwimmblase ebenfalls ein Rete mirabile existiert, mit dem ein Epithelorgan zusammenhängt. An einem Querschnitte (Fig. 2) zeigen hier die Gefässe ein kontinuierliches, zusammenhängendes Plasmanetz mit darin eingebetteten Kernen; dasselbe ist im Längschnitte in Fig. 3 dargestellt. Auf den Querschnitten unterscheiden wir bei *Ophidium* grössere und kleinere Gefässlumina, wobei ein jedes grössere Gefäss von einer Anzahl kleinerer Gefässe umgeben ist. Die grösseren, dünnwandigeren stellen venöse, die kleineren, dickwandigeren, arterielle Gefässe dar. Ganz ähnliche Bilder finden wir beim ausgewachsenen Fierasfer, nur ist hier die Differenz zwischen den venösen und arteriellen Gefässen eine nicht so klare und stellenweise kann man der Grösse nach beide Gefässarten gar nicht voneinander unterscheiden.

Von dem beschriebenen Wundernetzorgane, und zwar von dem vorderen Ende desselben entspringen in radiärer Richtung zahlreiche arterielle und venöse Gefässe und dringen in das Epithelorgan (Gasdrüse) hinein, wo sie in feinste Kapillaren übergehen, die zwischen den Epithelzellen verlaufen.

Digitized by Google

Das Epithelorgan oder die Gasdrüse stellt beim Fierasfer ein rundliches Schildchen dar, welches in das Lumen der Schwimmblase hineinragt und in seiner Mitte das Vorderende des Wundernetzorganes besitzt, wovon, wie erwähnt, die Gefässe für das Schildchen entspringen. Die vordere Hälfte des Schildchens liegt also ausserhalb des Wundernetzes, vor demselbem, direkt auf dem lamellös-fibrillären, opalisierenden Gewebe der Blasenwand, die hintere Hälfte dagegen ruht zum Teil direkt auf dem Wundernetzorgane, zum Teil aber, und zwar lateral, gleicherweise auf dem erwähnten Gewebe.

Emery gibt eine Abbildung der injizierten Gefässe des Epithelorganes (Gasdrüse) und beschreibt die allgemeine Anordnung der grösseren Gefässtämmchen desselben, was ich vollkommen bestätigen kann, folgendermassen: „Die Arterien sind enger und an Präparaten, wo nur diese injiziert sind, sehen sie aus, als hätten sie Kapillarschleifen gebildet, von welchen die Venen den Anfang nehmen; viele breiteren Venen verbinden sich in Bögen, in welche noch feine Venen sich ergiessen, die von den mehr vom Zentrum entfernten Kapilleren stammen". Die Figg. 71 bis 74 in der Monograpie Emerys veranschaulichen gut die etwas zu knappe Beschreibung. Was nun den Bau des Epithelorganes anbelangt, so gibt zwar der italienische Forscher eine detaillierte Beschreibung desselben, aber vom histologischen Standpunkte ist diese sehr ungenügend.

Ich werde zuerst das Epithelorgan einer älteren Larve von *F. dentatus* beschreiben (dieselbe entspricht dem Alter nach derjenigen Larve, welche Emery in Fig. 4 abgebildet hat). Das Organ ist ein schildförmiges Gebilde, dessen Ränder dünn sind und allmählich in das das Lumen der Blase auskleidende, einschichtige Plattenepithel übergehen; in der Mitte ist das Organ am dicksten und besteht hier aus sehr grossen, polygonalen Epithelzellen, die in zwei oder drei Schichten angeordnet sind, während am Rande das Epithel einschichtig und allmälich ganz platt wird.

Die Epithelzellen sind auf den Querschnitten grösstenteils unregelmässig pylogonal; die längste Achse der grössten Zellen beträgt circa 65 μ, die kleineren Zellen, besonders die dem Rande des Epithelorgans naheliegenden, haben 5—6 μ lange Achsen und zwischen diesen maximalen und minimalen Grössen weisen die verschiedenen anderen Zellen alle möglichen Übergänge auf. Die Kerne sind verhältnismässig gross (manche erreichen 10 bis 12 μ

Digitized by Google

Länge), sind rundlich oder oval, bläschenförmig, mit grossem, kugeligen Nucleolus und verhältnismässig mit nicht reichlich entwickelten Chromatinkörnchen versehen, welche gewöhnlich unter der Kernmembran und um das Kernkörperchen am meisten angehäuft sind. In manchen Zellen sind zwei Kerne vorhanden.

Sehr interessant ist das Verhältnis der Blutgefässe zu den Epithelzellen. Die von dem unter dem Epithelorgane sich befindenden Wundernetze entspringenden Blutgefässe dringen in sehr grosser Anzahl zwischen die Epithelzellen hinein; die etwas grösseren arteriellen Stämmchen dringen in radiärer Richtung in das Organ ein und in derselben Richtung kehren die venösen Stämmchen aus dem Organe in das Wundernetz zurück; die Kapillaren sieht man aber in allen möglichen Richtungen zwischen den Epithelzellen verlaufen. Immer fand ich in der endothelialen Wand selbst der feinsten Gefässe Kerne, während Emery an seinen betreffenden Figuren kernlose Gefässwände darstellt. Es ist nun höchst interessant, dass die Kapillargefässe nicht nur zwischen den benachbarten Epithelzellen verlaufen, sondern auch in die Zellen selbst an vielen Stellen hineindringen, und zwar oft so tief, dass das blinde Ende des Gefässes fast bis zum Zellenkerne reicht. Dieses Eindringen hat Emery nicht beobachtet. Sehr interessant ist auch die charakteristische Streifung des Protoplasmas rings um die Blutgefässe, was Emery zwar mit paar Worten erwähnt, aber weder näher beschreibt noch deutlich abbildet; ich kehre darauf unten zurück.

Beim Eindringen des Gefässes in eine Epithelzelle beobachtet man immer, dass dasselbe blind im Plasma endet und sackförmig erweitert wird, wobei das Gefässlumen ausserhalb der Zelle sehr oft stark verengt erscheint; die Bedeutung dieser Tatsache wird unten näher besprochen werden. Solche eingedrungenen Gefässe sehen wir z. B. in Fig. 4, 6, 7. Man könnte annehmen, dass es sich hier nur um intercelluläre Gefässe handelt, die passiv buchtenartige Vertiefungen in den benachbarten Zellen hervorrufen. Solche Vertiefungen existieren wirklich an vielen Orten, aber die Tatsachen, dass: 1. das Blutgefäss oft fast bis zum Kerne der grossen Zelle reicht, wie es z. B. die Fig. 4 zeigt (in Fig. 6 ist der Kern nicht dargestellt, da er erst am folgenden Schnitte zu Gesicht kommt) und dass 2. das Gefäss sich gewöhnlich im Inneren der Zelle sackförmig oder blasenförmig erweitert (Fig. 6), beweisen, dass wir es hier wirklich mit dem Eindringen der Blutgefässe in das Zellen-

Digitized by Google

plasma zu tun haben. Die Gefässe bilden zwar niemals Schlingen, welche die Zellen durchdringen, sondern stellen nur, so zu sagen, blind endigende Ausstülpungen der intercellulären Gefässe in das Innere des Zellenplasmas dar; jedenfalls aber haben wir es hier wirklich mit einem Gefässeindringen zu tun, wobei man sehr schön im Plasma der kolossalen Epithelzellen die kleinen Endothelelemente der Gefässwand und Blutkörperchen (Fig. 4, 6) im Lichte des Gefässes sieht, was, so weit es mir bekannt ist, noch niemals, wenigstens so unzweideutig, in den Epithelzellen überhaupt beobachtet worden ist.

Eine weitere, äusserst interessante histologische Tatsache ist das erwähnte Verhalten des umgebenden Plasmas rings um die Gefässe, und zwar zeigt das direkt anliegende Plasma sowohl dann, wenn das Gefäss intercellular verläuft, wie auch im Falle eines intracellulären Verlaufes desselben, ausnahmslos eine sehr deutliche radiäre Körnchenstreifung; es bildet sich um die endotheliale Gefässwand ein dicker Saum (bis zu 7, 5 μ Dicke), der aus regulär und sehr dicht angeordneten und gegen das Gefäss zentrierten Körnchenreihen besteht; an manchen Orten geht der Saum in eine sehr feine radiäre Streifung auch im übrigen Teile des Zellenplasmas über, die fast bis zur Peripherie der Zelle reicht (Fig. 7).

Bei ganz ausgewachsenen Exemplaren von Fierasfer *acus*, bei welchen das Epithelorgan in der Mitte, wo es mit dem Wundernetzorgane innig zusammenhängt, aus 5 bis 8 Zellenschichten besteht und am Rande wie auch in der nächsten Nachbarschaft der inneren Oberfläche viel kleinere Zellen als an anderen Stellen enthält, kann man folgende interessante Veränderungen beobachten. Was zunächst die Zellen selbst anbelangt, so unterliegt in vielen derselben der Kern einer Schrumpfung, verliert das Kernkörperchen, bekommt an der Peripherie eine Anzahl Fortsätze und zerfällt dann in einige Stücke von unregelmässiger Gestalt, welche immer blasser werden und endlich in Körnchen zerfallen, die vollkommen in dem immer blasser und vakuolenreicher werdenden Zellplasma zu Grunde gehen.

Die beschriebenen Veränderungen habe ich nur bei solchen Individuen gesehen, bei welchen das Epithelorgan oder die Gasdrüse in voller Tätigkeit war, d. h. gasförmige Ausscheidungen in grossem Masse produzierte.

Digitized by Google

Alfred Jäger (Die Physiol. u. Morphol. der Schwimmblase der Fische. Pflügers Archiv f. die gesamte Physiol. 1903) hat bei dem Tiefseefisch *Sciaena aquila* die Gasausscheidung in der Gasdrüse der Schwimmblase untersucht; er hält das Gas für Sauerstoff. Jäger sah in der Drüse Hohlräume, gewöhnlich in Gestalt von etwas in die Länge gezogenen Ballons, welche blasige Auftreibungen von präformierten Gängen darstellen, von zartem Epithel begrenzt, sehr den Blutkapillaren ähnlich sind, intercellulär verlaufen und sich hier und da in das Lumen der Schwimmblase öffnen. Die Genese dieser Hohlräume ist ihm jedoch unbekannt geblieben; er hält sie für Gasreservoire, von welchen das hier gebildete Gas in das Lumen der Schwimmblase hineindringt. Jäger sah keine Gasblasen im Inneren der Epithelzellen. Auf Grund meiner Untersuchungen an Fierasfer habe ich mich überzeugt, dass ein Teil der Gasbläschen in den Drüsenzellen selbst entsteht, ein anderer in einer Weise, die der von Jäger beschriebenen ähnlich ist, zustande kommt.

Was die Entstehung der Gasbläschen im Plasma der Drüsenzellen anbelangt, so kann ich folgendes mitteilen. In der Nähe des Kernes erfolgt in vielen Zellen eine lokale Plasmenverdichtung (Fig. 8), welche sich intensiver als der Rest des Plasmas färbt. Im Zentrum dieser verdichteten Plasmakugeln erscheint bald ein helles Feld, welches sich allmählich vergrössert; das Plasma wird hier immer blasser, netzförmig (alveolär) und mit feinen Körnchen versehen, während die umgebende Mantelschicht dünner, aber dichter wird und endlich sich in eine membranartige, feine, aber resistente Hülle verwandelt. Der Inhalt sammelt sich dann in Gestalt einer sehr feinen Körnchenmasse direkt unter der Hülle, während das Lumen der so gebildeten, kugelförmigen Bläschen ganz inhaltslos wird und in Präparaten vollkommen leer erscheint, woraus ich den Schluss ziehe, dass die Bläschen sich mit Gas füllen. Ähnliche Verhältnisse beobachtete ich bei Ophidium barbatum (Fig. 9). Die obige Annahme stützt sich auf folgende Erwägungen: 1. sollten die Bläschen irgendwelche seröse, schleimige oder andersartige Flüssigkeit enthalten, so würde sich bei Anwendung verschiedenartiger Farbstoffe (Thionin, Mucikarmin, Haematoxylin-Eosin u. A.) irgend etwas im Lumen der Bläschen mitfärben; sie erscheinen aber ganz leer, 2. erscheinen die Wandungen der Bläschen, welche sehr regulär kugelförmig sind, so prall, als unterlägen sie einem

Digitized by Google

starken Drucke von Innen her, was bei Anwesenheit eines gasförmigen Inhaltes ganz verständlich wäre.

Man findet grössere und kleinere derartige Bläschen im Plasma der Epithelzellen (vergl. die Fig. 7, 9, 10). Was die mikrochemische Natur der homogenen Wandungen dieser Bläschen anbelangt, so ist dieselbe schwer zu bestimmen; bei Färbungen mit Mucikarmin oder mit Thionin blieben sie ganz ungefärbt, mit Eosin färben sie sich schwach rötlich und an Präparaten, welche nach der Van Giessonschen Methode gefärbt worden sind, haben sie eine gelbliche Farbe angenommen. Bei Individuen, bei welchen die Drüse augenscheinlich in voller Tätigkeit war, waren an manchen Stellen die Bläschen so zahlreich, dass zwischen den Blutgefässwandungen und den noch unveränderten Zellplasmapartien der direkt anliegenden Zellen, dort, wo in früheren Stadien der streifige Saum sich befand, die Bläschen in grosser Anzahl nebeneinander angehäuft waren und durch den gegenseitigen Druck hier und da rundlich polygonal erschienen (Fig. 13, *H*). An manchen Stellen, besonders nahe der inneren, dem Schwimmblasenlumen zugekehrten Oberfläche der Drüse war bei solchen Individuen fast das ganze Plasma der Epithelzellen mit solchen Bläschen ausgefüllt, welche schon fast frei nebeneinander lagen, wobei der Kern der Zelle in Körnchen zerfallen war. Ein Teil solcher Bläschen befand sich auch im Lumen der Schwimmblase (Fig. 14) in der nächsten Nachbarschaft der Drüse, wobei manche derselben ganz prall waren, andere wie geborstet erschienen, mit vielen Faltungen in der Hülle, unter welcher feine Körnchen — Residua des plasmatischen Inhaltes — sich befanden. Alle diese Tatsachen führen mich zu dem sehr wahrscheinlichen Schlusse, dass wir es mit Gasbläschen zu tun haben, welche den gasförmigen Inhalt der Schwimmblase abgeben. Das Gas befindet sich in den Zellen unter einem hohen Drucke, der durch das Vorhandensein einer zwar dünnen, aber resistenten Hülle bedingt ist, und eben infolge dieser Druckdifferenz zwischen dem Gasinhalte der Bläschen und demjenigen der Schwimmblase kann es in das Schwimmblasenlumen übergehen. Einen damit verknüpften Gedanken hat Jäger ausgesprochen, indem er sagt: „Der rote Körper stellt eine Sauerstoffdrüse dar, die die Aufgabe hat, den Sauerstoff zu verdichten und ihn nach dem Binnenraume der Schwimmblase überzuführen, entgegen einem weitaus höheren absoluten Partialdruck dieses Gases“.

Digitized by Google

Die Gasproduktion der Drüse erfolgt auch auf einem anderen Wege, welcher an diejenigen Verhältnisse erinnert, welche Jäger bei Sciaena beschrieben hat. Er hat nämlich Gänge und Hohlräume (Blasen) zwischen den Epithelzellen der Drüse gesehen, die in das Lumen der Schwimmblase sich öffnen. Er hat zwar weder einen direkten genetischen Zusammenhang zwischen diesen Höhlen und den Blutkapillaren gesehen, noch sich in dem Sinne ausgesprochen, dass vielleicht diese Hohlräume Produkte der blind geschlossenen Gefässabschnitte sind, er hat aber wahrscheinlich daran geglaubt, indem er einerseits sich äusserte: „Die Wandungen der Gänge gleichen so überaus den Wänden der Blutkapillaren, dass es schwer zu entscheiden ist, was Gang, was Blutgefäss ist", andererseits aber beobachtete er, dass in den Blutkapillaren der Gasdrüse rote Blutkörperchen (infolge eines besonderen toxischen Einflusses der Epithelzellen) in grossem Masse zu Grunde gehen, wobei er an einer seiner Abbildungen einen in das Schwimmblasenlumen sich öffnenden Gang darstellt, in welchem augenscheinlich die Zerfallsprodukte der Blutkörperchen sich befinden!

Nun kann ich mit aller Bestimmtheit sagen, dass beim Fierasfer *acus* diese Hohlräume, wenn nicht alle, so wenigstens sehr viele derselben, den Blutkapillaren ihre Entstehung verdanken. Wir haben oben gesagt, dass an manchen Stellen die Gefässwandungen sehr verengt sind, und zwar am meisten vor den blasenförmigen Auftreibungen der Gefässe sowohl in den Zellen wie auch zwischen den benachbarten Zellen der Drüse; an solchen Stellen legen sich die Wandungen der Kapillaren ganz dicht aneinander und trennen somit die mehr peripheren Partien der Gefässe von den mehr zentral liegenden ab, so dass in den ersteren die Blutzirkulation ganz aufgehoben wird. Solche Bilder sehen wir z. B. in Fig. 4, 6, 7, 10. Die abgetrennten Gefässabschnitte sind sackförmig aufgetrieben und liegen entweder intercellulär oder intracellulär. An den verengten Stellen verschwindet bald der streifige Saum um die Gefässe; etwas später verschwindet auch der Saum um die abgegrenzten, blind geschlossenen, blasigen oder sackförmigen Gefässabschnitte. In diesen letzteren fallen dann die Endothelzellen in das Lumen hinein und unterliegen hier einer Degeneration; gleicherweise zerfallen auch die Blutkörperchen, welche im Lumen der Auftreibung vorhanden waren, und zwar sehr wahrscheinlich infolge eines toxischen Einflusses der Drüsenzellen, wie es Jäger in seinem Falle

Digitized by Google

angenommen hat, wofür die erwähnte Zentrierung der Plasmakörnchen um die Gefässe spricht, welche auf Vorhandensein gewisser Diffusionsströmungen im Plasmaleibe der umgebenden Drüsenzellen hinweist. Den Zerfall der Blutkörperchen habe ich genau studiert. Der Kern tritt aus den Erythrocyten heraus (Fig. 12), indem er oft eine längere Zeit am Pole des Erythrocyten haften bleibt; die freigewordenen Kerne zerfallen dann in Körnchen, das Plasma der kernlosen Blutkörperchen wird immer blasser und vakuolenreicher und verliert seine charakteristische Tinktionsfähigkeit (z. B. mit Eosin). Endlich verschwinden die Erythrocyten und es bleibt nur eine körnige Masse übrig (Fig. 7. *H.* links), welche der homogenen, dünnen Wand des Sackes oder der Blase als eine dünne Schicht eine gewisse Zeit anliegt; später wird auch diese unsichtbar und die Auftreibungen stellen sich an Schnitten als ganz leere Ballons dar (Fig. 10 *H*), indem sie sehr wahrscheinlich mit gasförmigem Inhalte sich füllen. Sehr interessant ist die Fig. 5, da an derselben verschiedene Übergangsstadien zu sehen sind, und zwar sehen wir in H einen Hohlraum, der noch sehr an ein Gefäss errinnert, namentlich ist er von einem plasmatischen Saume umgeben wie die Blutgefässe und enthält Produkte des Blutkörperchenzerfalls, in *H'* ist schon der Raum nur teilweise von einem solchen Saume umgeben, wobei in demselben die radiäre Körnchenanordnung nicht zu Gesicht kommt. In *H''* ist ein Raum dargestellt, der vom plasmatischen Saume nicht mehr umgeben ist; auch hier findet man viele, sich sehr schwach tingierende Körnchen als Produkte des Zerfalls der Blutkörperchen. Die Ballons eröffnen sich hier und da in enge, ebenfalls leere Gänge, die intercellulär verlaufen (Fig. 10, *H'*) und, was höchst wichtig ist, an manchen Stellen in das Lumen der Schwimmblase zwischen den Epithelzellen sich öffnen, wie dies z. B. in Fig. 11, *g* zu sehen ist. Diese Gänge kann man als Ausführungsgänge der Drüse bezeichnen; in dieselben gelangt sehr wahrscheinlich teilweise auch der Inhalt der intracellulären Bläschen.

In manchen intercellulären oder intracellulären Räumen sieht man eine besondere, homogene oder feinkörnige Masse (Fig. 7, *H* rechts) im Zentrum liegen, die sich mit Eosin rötlich tingiert und auch Kernreste enthält. Ich meine, dass diese Massen denjenigen entsprechen, welche Jäger in der Gasdrüse bei Sciaena als „flockige Massen“ bezeichnet, und sie als Produkte der unter dem Einflusse der Drüsenzellen zu Grunde gegangenen Leukocyten-

Digitized by Google

anhäufungen angesehen hat. Beim Fierasfer sind aber überhaupt solche Massenanhäufungen in viel geringerer Anzahl entwickelt. Meiner Meinung nach sind es ebenso temporäre Zerfallsprodukte der Blutkörperchen in den blasenförmig sich umgestaltenden Gefässabschnitten. Übrigens ist mir dieser Punkt noch unklar geblieben.

Ich muss endlich noch eine interessante histologische Tatsache erwähnen. An Präparaten, die in Formalin gehärtet worden sind, habe ich beim ausgewachsenen Fierasfer *acus* im Plasma der Epithelzellen der Gasdrüse viele gruppenweise liegende, sich mit Haematoxylin und besonders intensiv mit Eisenhaematoxylin färbende Filamente beobachtet, wie es in Fig. 10 zu sehen ist. Das ist deshalb interessant, weil in den letzten Zeiten auch in manchen anderen Drüsenzellen, z. B. in den Pankreaszellen (Mathews) und Milchdrüsenzellen (Limon) u. s. w. ganz ähnliche faserige Elemente beschrieben worden sind. An Präparaten, welche in Sublimat mit Essigsäure fixiert worden sind, habe ich solche Filamente nicht gesehen.

Von der vorderen Wand der Schwimmblase entspringen zwei starke Muskeln, welche nach vorn ziehen und sich seitlich an dem Parasphenoid, direkt hinter dem Bulbus oculi befestigen. Diese Muskeln haben bei Fierasfer *acus* eine sehr interessante Struktur, auf welche Emery seine Aufmerksamkeit gelenkt hat. Er beobachtete richtig, dass die beiden Muskeln in ihrem Verlaufe gewissermassen spiralförmig gewunden und an ihren Vorderenden nach innen gebogen sind, und ausserdem, dass die Fibrillenbündel der einzelnen Muskelfasern alle zusammen in jeder Muskelfaser wie Fasern eines Strickes spiralförmig gewunden sind. Eine solche Struktur ist sowohl an frischem wie auch an konserviertem Materiale ausnahmslos sichtbar, weshalb Emery ganz richtig bemerkt, dass diese eigentümlichen Verhältnisse „non può dipendere da torsione accidentale“.

Nun kann ich in einigen, nicht unwesentlichen Punkten diese interessanten Beobachtungen vervollständigen. Der Muskel besteht aus Fasern von sehr verschiedener Dicke, von 5 μ bis 20 μ im Durchmesser (bei einem jungen Exemplare von *F. acus*). Während nun in den dünneren Fasern die einzelnen Fibrillen, ohne distinkte Bündeln zu bilden, mehr oder weniger gleichmässig im Sarkoplasma verteilt sind, bilden sie in den dickeren Fasern sehr distinkte durch helles Sarkoplasma voneinander geschiedene Bündel, welche so an-

Digitized by Google

geordnet sind, dass sie auf einem Querschnitte durch die Faser ein schön spiralförmig gewundenes Band bilden, in welchem die einzelnen Bündel reihenartig nebeneinander stehen, wobei in jedem Fibrillenbündel die einzelnen Fibrillen in einigen regulären Querreihen angeordnet erscheinen (Fig. 16). Die Kerne befinden sich nur in der peripherischen Schicht des Sarkoplasmas einer jeden Faser. Im Zentrum der Faser tingiert sich auf Querschnitten ein Gebilde stärker, welches auf den ersten Blick für einen Kern angesehen werden könnte, es ist aber lediglich ein zentrales Fibrillenbündel, in welchem die Fibrillen sehr dicht angehäuft sind und eine etwas differente Tinktionsfähigkeit aufweisen; sie färben sich z. B. besonders stark mit Eisenhaematoxylin. Während nun alle anderen Fibrillenbündel der Faser wie die Drähte eines Kabels alle zusammen spiralförmig gewunden sind, verläuft das zentrale, axiale Bündel ganz gerade. (Fig. 15, *r*).

Jeder der beiden vorderen Schwimmblasenmuskeln ist bei jungen Exemplaren von einer dünnen bindegewebigen Hülle locker umgeben, unter welcher ein ansehnlicher Lymphraum sich befindet. Die Hülle befestigt sich einerseits (von unten) an der Niere, anderseits ganz vorne an dem Basioccipitale und Petrosum, welche hier sehr stark ventralwärts ausgebuchtet erscheinen und sehr dünn in denjenigen Abschnitten sind, wo sie das Gehörlabyrinth umgeben. Die eigentümliche Struktur der erwähnten äusserst kräftigen Muskeln lässt mich annehmen, dass bei der Kontraktion derselben starke Erschütterungen der benachbarten Teile zustande kommen und dass sehr wahrscheinlich die Muskeln eine ähnliche Rolle spielen, wie die Weberschen Gehörknöchelchen, welche sich an der Verbindung der Schwimmblase mit den das Gehörorgan umgebenden Teilen bei vielen Knochenfischen beteiligen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Teil des Wundernetzorganes aus dem roten Körper der Schwimmblase eines jugendlichen *Fierasfer dentatus* *a* — arterielle, *v* — venöse Gefässe. (Oc. 4. S. Homog. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss, Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 2. Querschnitt durch einen Teil des Wundernetzorganes aus dem roten Körper der Schwimmblase von *Ophidium barbatum*; *a* — arterielle, *v* — venöse Gefässe. (Oc. 4. S. Homog. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss, Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 3. Dasselbe im Längsschnitte. (Dieselbe Vergrösserung).

Fig. 4—7. Querschnitte durch die kleinen Abschnitte der Gasdrüse aus der Schwimmblase des jugendlichen *Fierasfer dentatus*. *C. g.* — Kapillarblutgefässe,

Digitized by Google

S — Saum im Plasma der Drüsenzellen, *n* — Kerne der Drüsenzellen, *H*, *H'*, *H''* — Hohlräume im Inneren oder zwischen den Drüsenzellen, *B* — Blutkörperchen. (Oc. 4. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss., Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 8. Ein Teil eines Sagittalschnittes durch die Gasdrüse aus der Schwimmblase eines erwachsenen *Fierasfer acus*; *A* — verdichtete Plasmaanhäufung, *C. g.* — Kapillarblutgefässe. (Oc. 4. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zess; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 9. Ein Teil eines Querschnittes durch die Gasdrüse aus der Schwimmblase von *Ophidium barbatum*. (Oc. 4. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss). Bezeichnungen wie in Fig. 4—7.

Fig. 10. Ein Teil eines Querschnittes durch die Gasdrüse aus der Schwimmblase ven *Fierasfer acus*; ein in Formalin fixiertes Präparat (alle anderen hier abgebildeten Präparate waren in Sublimat mit 5% Eisessig fixiert); *C. g.* — Kapillarblutgefässe, *n* — Kerne der Drüsenzellen, *H* — Hohlraum im Innern einer Drüsenzelle, *H'* — intercelluläre Gänge (Oc. 4. S. Hom Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 11. Ein Teil des Querschnittes aus demselben Präparate, aus der dem Schwimmblasenlumen zugekehrten Drüsenpartie; *g* — ein in das Schwimmblasenlumen führender Gang (Oc. 4, S. Homm. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 12. Blutkörperchen im Degenerationszustande in einem abgetrennten Blutgefässabschnitte, aus der Gasdrüse v. *Fierasfer acus*. (Oc. 4 S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 13. Ein Theil eines Querschnittes duch das Drüsenorgan aus der Schwimmblase von *Fierasfer acus*; *C. g.* — Kapillarblutgefäss, *n* — degenerierende Zellenkerne, *H* — bläschenförmige Hohlräume. (Oc. 2. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 14. Einige Gasbläschen mit den feinen Hüllen aus dem Schwimmblasenlumen von *Fierasfer acus*. (Oc. 4. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat v. Zeiss).

Fig. 15. Ein Teil einer dicken Muskelfaser aus dem voderen Schwimmblasenmuskel von *Fierasfer acus*, *s* — spiralförmig verlaufende Fibrillenbündel, *r* — ein mittleres nicht spiral verlaufendes Fibrillenbündel, *p* — äussere Sarkoplasmaschicht mit Kernen. (Oc. 4. S. E. Zeichenprisma v. Zeiss).

Fig. 16. Querschnitte duch einige Muskelfasern aus dem vorderen Schwimmblasenmuskel eines jungen *Fierasfer acus*. Die Bezeichnung der Buchstaben wie in Fig. 15. (Oc. 4 S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenprisma n. Zeiss). Eisenhaematoxylinpräparat.

---

40. M. W. GĄDZIKIEWICZ. **O histologicznej budowie serca u dziesięcionogich skorupiaków.** ***(Über den histologischen Bau des Herzens bei den dekapoden Crustaceen).*** *(Sur la structure histologique du coeur chez les Crustacés décapodes).* Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t.

Die folgende Arbeit ist eine Fortsetzung meiner früheren Arbeit: „Über den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken", in welcher ich die Dekapoden nicht berücksichtigt hatte.

Digitized by Google

Im Vergleich zu der Literatur über die histolog. Struktur des Herzens der niederen Malakostraken, ist die über die Dekapoden ziemlich reichhaltig, doch bezieht sie sich nur auf das Astacusherz. Über dasselbe haben geschrieben: Haeckel, Lemoine, Dogiel, Plateau. Dezsö. Bergh, Stecka u. a. m. Da die Arbeit der zuletzt genannten Verfasserin sich speziell mit denselben Fragen beschäftigt wie die meinige, will ich den Inhalt derselben hier kurz referieren um so mehr, als sie in polnischer Sprache geschrieben ist.

Steckas Ansicht nach ist die äussere Hülle (Adventitia) des Herzens aus blasenförmigen Bindegewebszellen aufgebaut und von aussen mit einer Schicht platter Zellen (Endothelium) bedeckt, deren Vorhandensein jedoch nicht immer festzustellen war. Die Adventitia geht nach Stecka in das Bindegewebe der inneren Schicht (Muscularis) über; weshalb dieselbe nicht mit B. Dezsö einverstanden ist, nach welchem das Pericard eine besondere Hülle bildet, die einfach der Muskulatur des Herzens anliegt. Die reich entwickelte quergestreifte Muscularis bilden selbständige verästelte Fasern mit wellenförmigem Verlauf. Entgegen der Ansicht Dogiels besitzen die Fasern besondere Kerne, welche sich sehr von den Kernen des Bindegewebes unterscheiden. An manchen Stellen des Herzens sind die Fasern sternförmig angeordnet und glänzende Fasern wahrscheinlich elastischer Natur, die das Zentrum eines solchen Sternes bilden. Nach der Beschreibung der Topographie der Muskelfasern schildert Stecka das Bindegewebe, welches sich in der Muskelschicht findet. Das Protoplasma dieser Zellen ist nach Stecka von kompakterer Konsistenz und die Fasern einer Zelle vereinigen sich mit solchen anderer. Diese Zellen besitzen selbständige Kerne. Im weiteren betont Stecka, dass diese Zellen nicht mit Nervenzellen zu verwechseln sind. Am Ende des histologischen Teils macht sie darauf aufmerksam, dass ein inneres Endothel überhaupt fehlt, sagt dagegen: „an den Stellen, wo die Muskelfasern nicht in demselben Niveau liegen, macht ein kleiner Teil des Bindegewebes, welcher zwischen und um die Fasern ausgebreitet ist, den Eindruck einer dünnen Membran und die Kerne derselben gehören zum Teil zu dieser Substanz und zum Teil zu den Fasern. An den Stellen, wo die Fasern nicht in einem Niveau liegen und wo die Fläche des Lumens nicht glatt ist, ist keine innere Grenze

Digitized by Google

zu sehen und das Herzlumen setzt sich direkt in Lücken zwischen den Muskeln fort, welche mit Blut ausgefüllt sind".

Zur Untersuchung habe ich drei Formen gewählt: Palaemon, Pachygrapsus und Astacus. Mehrere Exemplare der ersten beiden habe ich aus Triest bekommen.

Aus chloroformierten Tieren herauspräparierte Herzen habe ich in Sublimat (mit oder ohne Eisessigsäure) oder in Carnoys Flüssigkeit (Alk. abs 60 cm^3, Chloroform 30 cm^3, Acid. acet. gl. 10 cm^3) fixiert. Zur Färbung habe ich hauptsächlich Eisenhämatoxylin oder Safranin gebraucht, unter Nachfärbung mit Erythrosin resp. Pikrinsäure.

Das Herz der Dekapoden besteht wie das anderer Malakostraken aus zwei Schichten; einer inneren Muscularis und einer äusseren Adventitia (viscerales Pericard sive Epicard).

Wie wir schon bei niederen Malakostraken gesehen haben, ist die Adventitia sehr verschieden gebaut (siehe meine frühere Arbeit), sie ist bei Nebalia aus grossen Zellen mit grossen Kernen gebildet, bei anderen Formen aus kleineren Zellen mit viel kleineren Kernen; sie ist bei den einen Formen mächtig bei anderen schwach entwickelt. Von einem Übergang der Adventitia ins Myocard sieht man keine Spur.

Die Adventitia ist bei Dekapoden viel mächtiger entwickelt, sie besteht aus blasenförmigen Zellen, welche in vielen Reihen angeordnet sind; wie schon Stecka bemerkt hat, machen diese Zellen den Eindruck eines mehrschichtigen Epithels. Bei Astacus und Pachygrapsus war diese Schicht mächtig, bei Palaemon sehr schwach entwickelt.

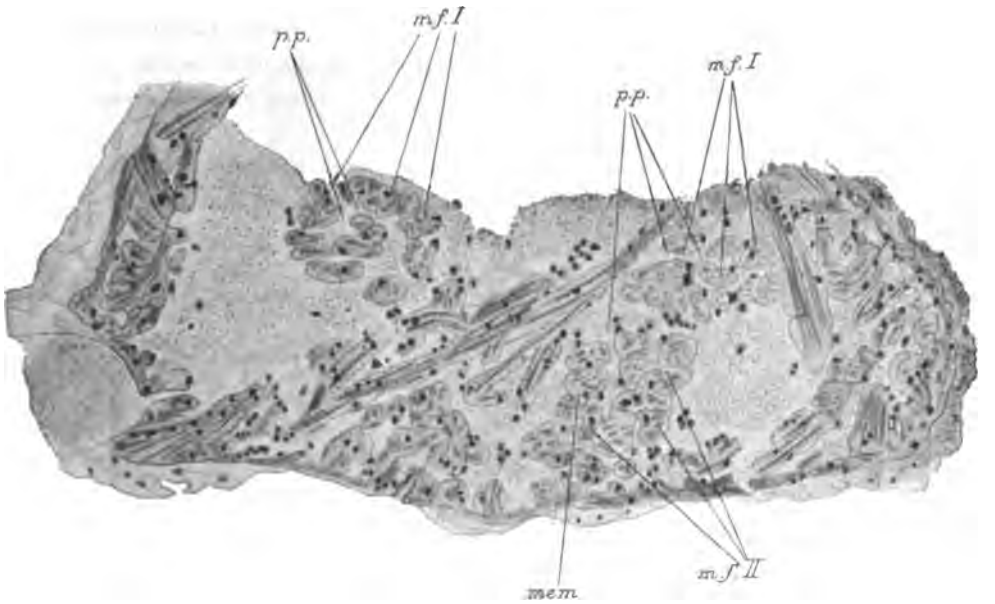
Wir sehen also, dass die Adventitia des Herzens der Malakostraken auch bei verwandten Gruppen so verschidenartig gebaut ist, dass man sie unmöglich durch ein gemeinsames Schema darstellen kann.

Der Bau der zweiten inneren Schicht des Herzens, also des Myocards der Dekapoden erscheint im ersten Augenblick ziemlich kompliziert.

Wenn wir aber den Bau des Herzens bei niederen Malakostraken berücksichtigen, können wir Übergangsstadien zwischen den Dekapoden und den niederen Formen nachweisen.

Digitized by Google

Stellen wir uns nämlich vor, dass die Muskelfasern nicht so wie bei Squilla in einer oder zwei Schichten liegen und dass sie nicht in einer Richtung verlaufen wie bei niederen Malakostraken, sondern in verschiedenen Richtungen, so bekommen wir



c. f. — kontraktile Fibrille der Muskelfasern.

mem. — die die protoplasmatische Substanz der Muskelfasern umhüllende Membran.

m. f.[I] — Muskelfasern, welche ganz getrennt voneinander verlaufen.

m. f.[II] — Muskelfasern, welche benachbarten mit ihrer Membran anliegen.

p. k. — freie Räume (Löcher) zwischen Muskelfasern, mit Blut gefüllt.

p. p. — freie Räume ohne Blut.

prot. sub. — protoplasmatische Substanz der Muskelfasern.

v. k. — mit der protoplasmatischen Substanz der Muskelfasern verschmolzene Blutkörperchen.

z. k. — zerfallende Blutkörperchen resp. Blutkörperchenkerne.

Fig. 1.

Querschnitt durch den unteren Teil des Herzens bei Palaemon. 1 × 100.

ähnliche Verhältnisse wie bei Palaemon. Unter den von mir untersuchten drei Dekapoden-Representanten ist die Muskulatur des Herzens bei Palaemon am einfachsten gebaut.

Die Muskelfasern verlaufen bei Palaemon gewöhnlich ge-

Digitized by Google

trennt von einander, (Fig. 1. *m. f'.*) und die freien Räume zwischen denselben sind gewöhnlich mit Blut erfüllt. An anderen Stellen liegen die Muskelfasern näher aneinander, so dass die freien Räume zwischen ihnen viel kleiner sind (Fig. 1. *p. p.*); auch können die Muskelfasern ganz nahe aneinander liegen, so wie ich dies ungefähr schon bei Nebalia beschrieben habe. In diesen Fallen sieht man an den Stellen, wo die Fasern dicht aneinander liegen, die Membran derselben als Grenze zwischen den benachbarten Fasern (Fig. 1. *m. f''*).

Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei Pachygrapsus. Die Muskelfasern liegen aber hier näher aneinander und die Mem-

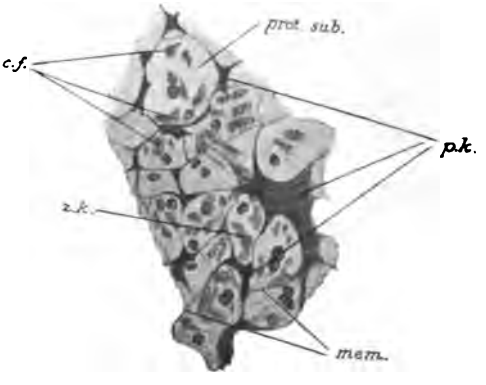


Fig. 2.
Querschnitt durch einen Teil der Muscularis bei Pachygrapsus. 1 × 200.

branen derselben berühren sich; an vielen Stellen findet man zwischen den Membranen freie Räume, welche gewöhnlich mit Blut gefüllt sind (Fig. 2. *p. k.*). In Fig. 2. sind diese mit Blut gefüllten Räume schwarz dargestellt. In Fig. 4. sehen wir einzelne Muskelfasern bei Palaemon mit allen Bestandteilen im Längsschnitt. Fig. 5. zeigt einen ähnlichen Längsschnitt von Pachygrapsus, wo die Muskelfasern näher aneinander liegen. Wir sehen also bei Dekapoden die Tendenz zur Annäherung der Fasern sich geltend machen.

Bei Astacus liegen die Muskelfasern viel näher aneinander, die Membran einzelner Fasern kann fast ganz verschwinden, so dass sich die Grenze zwischen denselben ganz oder fast ganz ver-

Digitized by Google

wischt. Die Membran stellt sich hier hauptsächlich als ein netzartiges, im ganzen Myocard sichtbares Gebilde dar (Fig. 3. mem). An sehr vielen Stellen sehen wir bei Astacus kleine mit Blut erfüllte Lücken, welche den gleichen Gebilden bei Pachygrap-

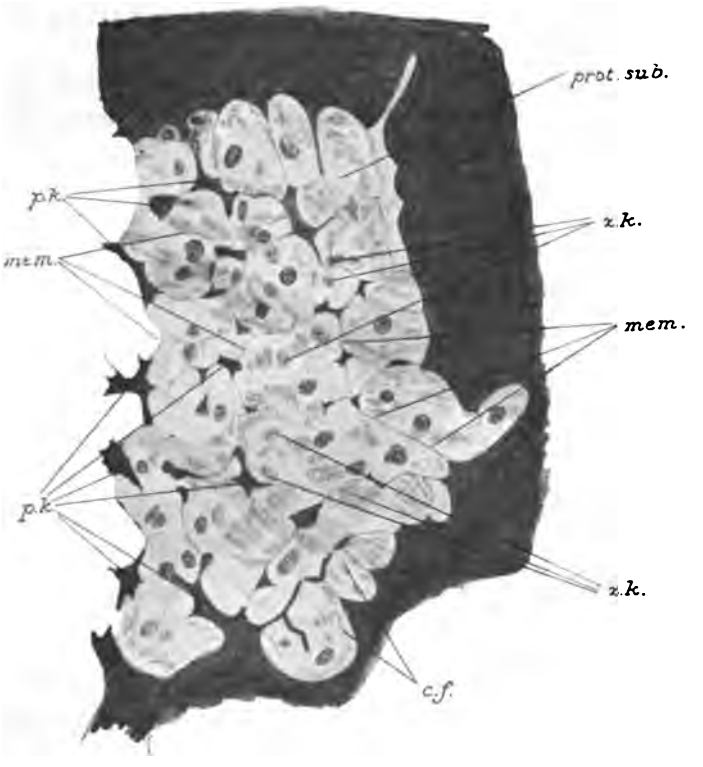


Fig. 3.
Querschnitt durch einen Teil der Muscularis bei Astacus. 1 × 300.

sus und den freien Räumen bei Palaemon entsprechen. Von der Begrenzung solcher Lückenstrahlen gehen bei Astacus immer die netzartig sich ausbreitenden Reste der Membran der einzelnen Muskelfasern aus.

Wenn wir einen Querschnitt durch die Muskulatur des Herzens bei Astacus (Fig. 3.) mit einem solchen bei Pachygrapsus (Fig 2.) und bei Palaemon (Fig. 1. *m. f''.*) vergleichen, kommen wir umbedingt zu dem Schlusse, dass wir es hier mit homologen

Digitized by Google

Teilen zu tun haben. Wir ersehen aus einer solchen Vergleichung, dass die Muskulatur des Herzens sich phylogenetisch (und vielleicht auch ontogenetisch?) aus einzelnen Muskelfasern bildet, deren protoplasmatische Substanz sich vereinigt hat und so eine allgemeine protoplasmatische Substanz bildet, in welcher alle kontraktilen Fibrillen verlaufen.

In der bisherigen Literatur über den histologischen Bau des Herzens treffen wir niemals die Ansicht, dass die Herzmuskulatur

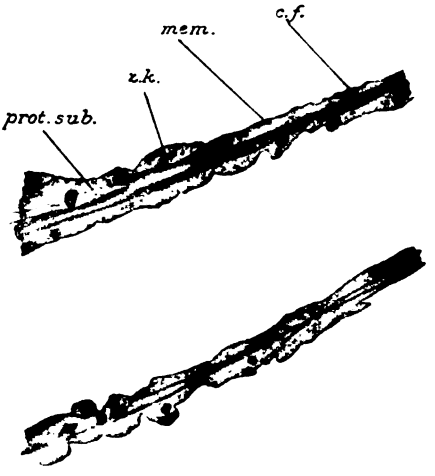


Fig. 4.
Längsschnitt durch einzelne Muskelfasern bei Palaemon. 1 × 200.

bei Astacus aus einzelnen Muskelfasern im eigentlichen Sinne bestehe, der Grund hierfür ist wohl der, dass bisher immer nur Astacus untersucht wurde. Man muss unbedingt die anderen Formen herbeiziehen, um bestimmen zu können, was gerade bei Astacus eine Muskelfaser ist.

In der neuesten Arbeit über die histologische Struktur des Herzens bei Astacus von Stecka finden wir die Behauptung, dass sich in der Muscularis Bindegewebe findet und dasselbe eine Fortsetzung der äusseren Herzhülle (Adventitia) darstellt.

Bei sämtlichen Malakostraken (inkl. Dekapoden), welche ich untersucht habe, habe ich niemals irgendwo ein Übergehen der Adven-

Digitized by Google

titia in die Herzmuscularis beobachtet. Diese Behauptung Steckas scheint mir daher nicht genügend begründet; ich stimme in diesem Punkte mit B. Dezsö überein, welcher behauptet, dass die Adventitia (visc. Pericard) der Herzmuskulatur aufliegt und eine selbständige Hülle bildet.

Ich habe in der Muskulatur des Herzens weder bei Dekapoden noch auch bei niederen Malakostraken jemals Bindegewebe beobachtet. Was hielt nun aber Stecka für Bindegewebe? Die protoplasmatische Substanz der Muskelfasern im Herzen von Astacus ist mehr oder weniger zu einer einheitlichen Masse verschmolzen.

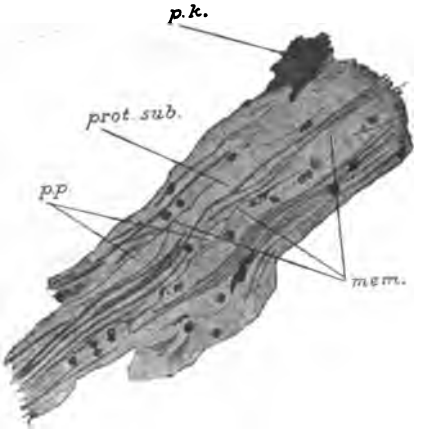


Fig. 5.
Längsschnitt durch Muskelfasern bei Pachygrapsus. 1 × 200.

In derselben sind Stellen, welche ziemlich granuliert aussehen; es ist sehr leicht möglich, solche granulierte Stellen für Bindegewebe zu halten. In diesen Fehler kann man verfallen, wenn man zufällig nur Schnitte durch die protoplasmatische Substanz der Muskelfasern vor Augen hat, während die kontraktilen Fibrillen zu diesen Fasern auf anderen Schnitten liegen.

Andere interessante Beobachtungen Stekas, z. B. die topographische Lagerung der kontraktilen Substanz, die Anordnung der Muskulatur in Sternform an manchen Stellen, das Fehlen des „Herzendothels" u. s. w. betreffend, kann ich völlig bestätigen und halte weitere Auseinandersetzungen hierüber für überflüssig.

Wie bei niederen Malakostraken nehmen auch bei Dekapoden

Digitized by Google

die Blutkörperchen Anteil am Aufbau des Myocards. Die Verhältnisse habe ich, soweit sie niedere Formen betreffen, ziemlich ausführlich in meiner früheren Arbeit beschrieben. Bei den Deka-

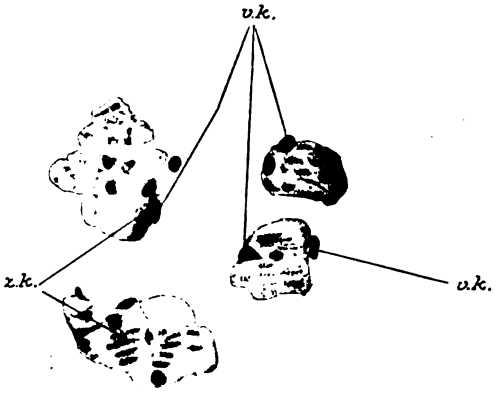


Fig. 6.
Querschnitt durch Muskelfasern bei Palaemon (Verschmelzung der Blutkörperchen mit Muskelfasern). 1 × 300.

poden wie bei anderen Malakostraken verschmelzen viele Blutkörperchen mit der protoplasmatischen Substanz der Muskelfasern und

Fig. 7.
Gebilde im Inneren des Herzens bei Palaemon (sie sind aus Blutkörperchen aufgebaut). 1 × 300.

gehen in derselben zu Grunde. Die Verschmelzung der Blutkörperchen mit der protoplasmatischen Substanz ist bei Palaemon deutlich zu sehen (Fig. 6.).

Von der grossen Anzahl von Kernen, welche wir in der pro-

Digitized by Google

toplasmatischen Substanz der Muskelfasern bei Palaemon, Pachygrapsus und Astacus sehen, ist nur ein Teil Muskelkerne, andere, von denen viele in verschiedenen Zerfallsstadien sich befinden, (Fig. 3. *z. k.*, 4. *z. k.*, 6. *z. k.*) sind Blutkörperchen resp. Blutkörperchenkerne.

Im Innern des Herzens liegen bei Palaemon hie und da neben der protoplasmatischen Substanz der das innere Herzlumen abgrenzenden Muskelfasern Gebilde, in welchen eine grosse Zahl von Blutkörperchen resp. Blutkörperchenkernen in verschiedenen Stadien des Zerfalls sich finden. Diese Gebilde bestehen, anders ausgedrückt, aus verschmolzenen und veränderten Blutkörperchen, deren Kerne zu zerfallen beginnen. In Fig. 7. sehen wir viele derartige Kerne, welche zerfallen und in Granula übergehen; die protoplasmatische Substanz dieser Gebilde ist meiner Ansicht nach aus dem Plasma der Blutkörperchen gebildet und die ganzen Gebilde sind denen homolog, welche sich bei niederen Malakostraken finden (siehe Praniza, Porcellio, Cuma), wo der Übergang von Blutkörperchen zu solchen Gebilden deutlich zu sehen ist.

Diese und meine frühere Arbeit ergeben, dass ein „Herzendothel" bei Malakostraken durchaus fehlt. Die Frage, ob die im Herzlumen sich findenden, sich aus Blutkörperchen aufbauenden Gebilde dem „Herzendothel" bei anderen Klassen homolog sind, kann so lange nicht entschieden werden, bis die Genese des Herzendothels (ja auch der ganzen Gefässe!) bei diesen Klassen sicher festgestellt ist.

Aus meinen Beobachtungen ergibt sich, dass die Aufeinanderfolge der die Herzwand aufbauenden Schichten dieselbe ist, wie sie durch die Haemocoeltheorie meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Arnold Lang a priori zu erwarten ist. Nur die Intima ist nicht verhanden. Die Intima wird aber meistens (so besonders auch von Bergh) lediglich als eine Verdickung der Membran der Muskelfasern (einer Art Sarkolemma) betrachtet, welche die Fasern gegen das Lumen abgrenzt. Demnach ist bei Malakostraken die dem Lumen zugekehrte Membran, welche die plasmatische Substanz der zu innerst liegenden Muskelfasern umgibt, der „Intima" homolog.

Digitized by Google

Für die Haemocoeltheorie spricht im besonderen das Fehlen jeglichen Endothels.

Aus dem anatomischen Institut d. Jagellonischen Universität in Krakau.

Literatur.

1. Bergh. R. S. Beiträge zur vergleichenden Histologie. III Über die Gefässwandung bei Arthropoden. Anatomische Hefte Bd. XIX Heft 2. 1902.

2. Dezsö B. Über das Herz des Flusskrebses. Zool. Anzeiger I Bd. 1878.

3. Dogiel J. Beitrag zur vergleich. Anatomie und Physiologie des Herzens. Arch. f. mikr. An. 1894.

4. Gądzikiewicz W. Über den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Bd. XXXIX N. F. XXII 1904.

5. Haekel E. Über die Gewebe des Flusskrebses. Müller's Archiv für Anatomie 1857.

6. Lang A. Beiträge zu einer Trophocoeltheorie. Jenaische Zeitschrift. Bd. XXXVIII. N. F. Bd. XXXI.

7. Ortmann. Bronn's Classen und Ordnungen des Tierreiches. Malakóstraken Bd. V Abt. II.

8. Schneider K. C. Lehrbuch der vorgleich. Histologie 1902.

9. Stecka S. Przyczynek do anatomii serca raka rzecznego (Astacus fluviatilis). (Contributions à l'anatomie du coeur chez l'écrevisse) Kosmos XXVIII Lemberg 1903.

---

41. M. ADAM WRZOSEK. **Badania nad przechodzeniem mikrobów ze krwi do żółci w warunkach prawidłowych.** (***Untersuchungen über den Durchgang von Mikroorganismen aus dem Blute in die Galle unter normalen Verhältnissen***). (*Recherches sur le passage des microbes du sang dans la bile dans les conditions normales*). Mémoire présenté par M. T. Browicz m. t.

Über die Frage, ob die im Blute zirkulierenden Mikroorganismen unter normalen Verhältnissen mit dem Urin, der Galle, dem Speichel, dem Schweiss und den Verdauungssäften ausgeschieden werden, ist schon vielfach verhandelt worden. Wiewohl aber die Lösung dieser Frage für die Pathologie der Infektionskrankheiten von höchster Bedeutung ist, so gehen doch die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen, besonders in Betreff der Ausscheidung der Mikroorganismen durch die Leber und die Nieren so sehr auseinander, dass aus denselben keine sicheren Schlussfolgerungen gezogen werden können. Die verschiedenen Anschauungen, welche

Digitized by Google

in Bezug auf diese Frage von zahlreichen Forschern an den Tag gelegt wurden, finden ihre Erklärung erstens in der unklaren Bestimmung der Bedingungen, unter welchen die Ausscheidung von Mikroorganismen aus dem Blute durch die genannten Organe als physiologisch zu betrachten ist und zweitens in der mangelhaften Kritik der Forschungsmethoden selbst.

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, die Frage zu beleuchten, ob die Leber in normalem Zustande die im Blute zirkulierenden Mikroorganismen ausscheidet. Bevor ich aber zur Besprechung der Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen schreite, will ich den bisher angewandten Untersuchungsmethoden einige Bemerkungen widmen.

Zunächst muss bei solchen Untersuchungen womöglich genau bestimmt werden, unter welchen Umständen man berechtigt bzw. nicht berechtigt ist, die Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Leber als einen rein physiologischen Prozess zu betrachten. Meines Erachtens ist die Ausscheidung von Mikroorganismen aus dem Blute durch die Leber als physiologische Funktion zu betrachten, und zwar erstens, wenn die Ausscheidung bei vollkommen gesunden Tieren stattfindet; zweitens, wenn die ausscheidende Leber sowohl makroskopisch wie auch mikroskopisch keine Veränderungen zeigt; drittens, wenn die Ausscheidung caeteris paribus in jedem Falle stattfindet, weingstens in dem Falle, wenn eine beträchtliche Menge von Mikroorganismen sich im Blute befindet; viertens, wenn die Ausscheidung kurz nach der Einführung der Mikroorganismen ins Blut, nicht aber erst nach etlichen oder mehreren Stunden erfolgt. Benutzt man zu den Versuchszwecken virulente Mikroorganismen, wie dies die meisten Forscher getan haben, so muss die Galle so schnell als möglich untersucht werden, bevor im Organismus irgend welche Störungen eingetreten sind und bevor in der Leber etwaige anatomische Veränderungen zu erwarten sind. Demgemäss ist die Untersuchung der Galle von Tieren, bei welchen Krankheitserscheinungen bereits aufgetreten sind, sowie von Tieren, welche infolge der Infektion zugrunde gingen für die uns beschäftigende Frage gänzlich bedeutungslos. Denn der Umstand, dass die Mikroorganismen nicht sofort nach dem Einführen derselben ins Blut, sondern erst nach einiger Zeit mit der Galle ausgeschieden werden, spricht dafür, dass in der Leber gewisse Veränderungen eingetreten sind, welche bewirken, dass die

Digitized by Google

Leber, welche früher keine Mikroorganismen ausschied, jetzt diese Funktion ausübt. Die Ausscheidung der Mikroorganismen durch die Leber müsste sodann als eine Erscheinung betrachtet werden, welche auf irgend eine Störung dieses Organs hinweist.

Die Forscher, welche bisher die Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Leber untersucht haben, bedienten sich zweier Methoden. Die einen injizierten den Versuchstieren Mikroorganismen ins Blut, narkotisierten oder töteten die Tiere nach einer gewissen Zeit und nahmen zur bakteriologischen Untersuchung die Galle aus der Gallenblase mittels einer Pasteur'schen Pipette oder einer Spritze. Die anderen führten dem lebenden Versuchstiere eine Kanüle in den Ductus choledochus ein und nahmen die ausfliessende Galle gleich zur bakteriologischen Untersuchung.

Erwägt man diese Methoden kritisch, so zeigen beide gewisse Mängel, und wenn auch die zweite den Schein der exakteren hat, so verdient sie doch nicht den Vorzug. Der Mangel der ersteren liegt zunächst darin, dass zur bakteriologischen Untersuchung nicht nur die Galle genommen wird, welche nach der Injektion der Mikroorganismen ins Blut aus der Leber ausgeschieden wird, sondern auch diejenige, welche schon früher in der Gallenblase vorhanden war. Ferner müssen die mit der Galle eventuell ausgeschiedenen Mikroorganismen durch die ganze Zeitdauer des Versuches in der Gallenblase verweilen und können, falls die Galle für sie bakericide Eigenschaften besitzt, zugrunde gehen, so dass wir dieselben trotz der stattgehabten Ausscheidung durch die Leber nicht mehr imstande sind nachzuweisen. Um dieser Möglichkeit vorzubeugen muss zuerst immer untersucht werden, ob die Galle nicht auf die zu injizierenden Mikroorganismen tötend einwirkt. Zwar machte sich in der letzteren Zeit die Überzeugung geltend, dass die Galle keine bakericide Wirkung hat, dass diese Eigenschaft nämlich nur den sauren Zersetzungsprodukten der Galle zukommt; doch muss dies mit Bezug auf einige Untersuchungen (Corrado, Cotton), als eine noch nicht erledigte Frage betrachtet werden. Endlich können bei dieser Methode beim Einstechen der Pipette oder der Hohlnadel in die Gallenblase die Gefässe der Gallenblasenwand verletzt werden und infolgedessen kann etwas mikroorganismenhaltiges Blut in die Galle gelangen, so dass wir aus solcher Galle eine Kultur der in das Blut injizierten Mikroorganismen erhalten können, obwohl dieselben nicht mit der Galle ausgeschieden worden

Digitized by Google

sind. Diese Möglichkeit kann sogar bei grosser Geschicklichkeit nicht ganz ausgeschlossen werden, und müssen daher einige Percente der bei dieser Methode erzielten positiven Ergebnisse eben dieser Unvollkommenheit der Technik zugeschrieben werden. Wenn nun diese Methode keineswegs als vollkommen bezeichnet werden kann, so ist sie doch bei weitem besser als die andere, bei welcher die zu untersuchende Galle aus dem Ductus choledochus genommen wird. Ein Vorzug der letzteren Mothode ist zwar, dass wir die Sicherheit haben, dass die aus dem Ductus choledochus ausfliessende Galle — nach vorheriger Unterbindung des Ductus cysticus — durch die Leber während des Versuches ausgeschieden worden ist; zwar kann hier auch die Zeit genau bestimmt werden, binnen welcher die ins Blut injizierten Mikroorganismen in der Galle erscheinen, was bei der ersten Methode nicht der Fall ist, dagegen können wir aber bei dieser Methode niemals die Sicherheit haben, ob nicht beim Einführen der Kanüle in den Ductus choledochus und bei der Unterbindung ein wenn auch sehr kleines Blutgefäss verletzt worden ist, wodurch mikroorganismenhaltiges Blut in die Galle gelangen konnte. Diese Möglichkeit ist bei dieser Methode um so grösser als bei der ersteren, als wir hier genötigt sind nicht blos den Ductus choledochus zu eröffnen, sondern auch die Kanüle in demselben mittels eines Fadens zu befestigen, wodurch eine Schädigung der Gefässe des Ductus choledochus sehr leicht hervorgerufen werden kann. Wir sind auch nicht imstande festzustellen, ob nicht geringe Blutmengen auf diese Weise in die Galle gelangt sind, da die Galle infolge ihrer haemolytischen Eigenschaften die roten Blutkörperchen rasch auflöst. Dabei ist hervorzuheben, dass die haemolytische Kraft der Galle eine sehr bedeutende ist, wie ich dies durch folgende Versuche, bei welchen ich verhältnismässig grosse Mengen Bluttkörperchen in die Galle einführte, feststellen konnte.

I. Versuch. In drei Probiergläschen, deren eines gar keine Galle, das zweite 0·08 cm^3, das dritte 0·2 cm^3 Galle enthielt, wurden gleiche Mengen ausgewaschener und in 0·85 %-ger Kochsalzlösung suspendierter Blutkörperchen von einem Hunde hineingebracht. Die Emulsion enthielt 5% Blutkörperchen. Das Verhältnis der roten Blutkörperchen zur Galle war im zweiten Probiergläschen 3 : 2, im dritten 1 : 2. Die Probiergläschen wurden bei 37° C ge-

Digitized by Google

halten und nach zwei Stunden war die Haemolyse im 1-sten Probiergläschen = 0, im 2-ten fast vollkommen, im 3-ten vollkommen.

II. Versuch. Ein analoger Versuch mit Kaninchenblut zeigte beim Verhältnis der Blutkörperchen zur Galle

5 : 0 — Haemolyse = 0
5 : 1 — Haemolyse deutlich
5 : 2
5 : 5 } — Haemolyse vollkommen.
5 : 10

Die Haemolyse ist somit schon bei einem Verhältnis der Blutkörperchen zur Galle von 5 : 2 vollkommen.

III. Versuch. Ein analoger Versuch mit Kaninchenblut zeigte beim Verhältnis der Blutkörperchen zur Galle

25 : 0 — Haemolyse = 0
10 : 3
5 : 2 } — Haemolyse sehr schwach
1 : 1 — Haemolyse unvollkommen
1 : 2
1 : 3
1 : 4 } — Haemolyse vollkommen.
1 : 8

Die Haemolyse war somit hier wie beim 1. Versuche schon bei einem Verhältnisse der Blutkörperchen zur Galle von 1 : 2 vollkommen.

Bei der Unmöglichkeit, die Beimengung von geringen Blutmengen zur Galle zu kontrollieren, kann der Wert einer Methode, bei welcher die Galle mittels einer in den Ductus choledochus eingeführter Kanüle gewonnen wird, nicht unmittelbar geschätzt werden. Wohl aber ist die Schätzung dieser Methode auf mittelbaren Wege möglich, und zwar wenn wir die Ergebnisse der analogen Untersuchungen über den Durchgang von Mikroorganismen durch die Nieren in Betracht ziehen. Durch Zentrifugieren des Urins, welcher bekanntlich keine haemolytischen Eigenschaften besitzt, können wir uns nämlich immer überzeugen, ob derselbe Blutkörperchen enthält oder nicht. In acht Versuchen über die Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Nieren konnte ich feststellen, dass durch Zentrifugieren des Urins, welcher durch eine in den Ureter einge-

Digitized by Google

führte Kanüle ausfloss und ganz klar war, in fünf Fällen im Bodensatz rote Blutkörperchen enthalten waren, zuweilen in so grosser Menge, dass man sie mit blossem Auge wahrnehmen konnte. Im Bodensatz der drei übrigen Fälle wurden keine Blutkörperchen gefunden. Gleiche Verhältnisse werden höchst wahrscheinlich auch beim Einführen und Befestigen der Kanüle im Ductus choledochus statthaben. Wiewohl nun die in Rede stehende Methode bei den Versuchen über die Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Nieren mit Rücksicht auf die durchführbare Kontrolle gut anwendbar ist, so sollte sie jedoch bei analogen Untersuchungen an der Leber, wo diese Kontrolle unmöglich ist, keine Verwendung finden, wenigstens dürften uns die bei Anwendung dieser Methode erzielten positiven Resultate der bakteriologichen Untersuchung der Galle zu keinerlei Schlussfolgerungen berechtigen.

Prüft man die bisherigen Untersuchungen über die Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Leber, so gelangt man bald zu der Einsicht, dass keine von diesen Arbeiten den oben aufgestellten Postulaten entspricht.

Die einen Forscher (Trrambusti u. Maffucci[1]), Bernabei. Blachstein[2]), Pernice u. Scagliosi[3]), Corrado[4]), Sherrington[5]), Métin[6]), Noetzel[7]), äussern sich dahin, dass die Leber im normalen Zustande keine Mikroben aus dem Blute ausscheidet; die anderen (Fütterer[8]). Biedl u. Kraus[9]), Cotton[10]). Pawlowsky[11])) behaupten das Gegenteil. Allen diesbezüglichen Arbeiten der oben genannten Forscher lassen sich gewisse Mängel nachweisen. Diejenigen Autoren, welche auf Grund der negativen Resultate ihrer Untersuchungen zu dem Schlusse gelangt sind, dass die im Blute zirkulierenden Mikroorganismen durch die Leber nicht

[1]) Rivista internazionale d. medicina e chir. 1886 Nro 9 u. 10,

[2]) Bull. of the Johns Hopkins Hospital. Baltimore. Vol. 1891. Nro 14.

[3]) Deutsch. med. Woch. 1892. Nr. 34.

[4]) Atti d. R. Accademia medica di Roma. Anno XV. 1891. Ser. II. Vol. I.

[5]) The Journal of Pathol. nnd Bacteriol. Vol. I. 1893. Nr. 3.

[6]) Annal.. de l'Inst. Pasteur 1900. Nr. 6.

[7]) Wien. kl. Woch. 1903. Nr. 37.

[8]) Münch. med. Woch. 1888. Nr. 19. Berl. kl. Woch. 1899.

[9]) Centralbt. f. innere Medicin 1896. Nr. 29.

[10]) Aus d. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. in Wien. 1896. Math.-naturw. Classe. Bd. CV.

[11]) Zeitschr. f. Hyf. 1900 Bd. 33.

Digitized by Google

ausgeschieden werden, bedienten sich der erwähnten Methode, nach welcher die zu untersuchende Galle aus der Gallenblase genommen wird, ohne aber vorher untersucht zu haben (ausgenommen Corrado) ob nicht die Galle für die ins Blut der Versuchstiere einverleibten Mikroorganismen baktericide Eigenschaften besitzt. Es bleibt daher unentschieden, ob die negativen Ergebnisse, welche die genannten Autoren erhalten haben, nicht den baktericiden Eigenschaften der Galle zuzuschreiben sind, welche es bewirken konnten, dass die in die Gallenblase gelangten Mikroorganismen hier von der Galle getötet worden sind. Auch an den Arbeiten jener Autoren, welche behaupten, dass die normale Leber Mikroorganismen aus dem Blute ausscheidet, kann sehr viel ausgesetzt werden. Ich übergehe die Arbeiten von Fütterer und Pawlowský, — denn über die Arbeit des letzteren kann man sich schwer ein Urteil schaffen, da er seine Untersuchungsmethoden nicht genau beschreibt; und in den Arbeiten von Fütterer finden wir recht wenig begründete, denn nur aus sehr wenigen Versuchen abgeleitete Schlüsse — und werde bloss die Arbeiten von Biedl und Kraus und Cotton des Näheren besprechen, da diese Arbeiten sich durch grössere Genauigkeit als die anderen auszeichnen.

Biedl und Kraus traten mit der kategorischen Behauptung auf, dass zu den physiologischen Funktionen der Leber auch die Ausscheidung der im Blute zirkulierenden Mikroorganismen mit der Galle gehört. Ihre Behauptung stützen die beiden Autoren auf eine geringe Zahl, denn nur sieben Versuche. Die genannten Forscher injizierten vier Hunden intravenös je 5 cm^3 einer etliche Tage alten Bouillonkultur von Staphylokokkus pyogenes aureus, töteten dann die Tiere und nahmen die Galle aus der aseptisch geöffneten Gallenblase zur bakteriologischen Untersuchung. Die Galle zweier Hunde, welche zwei Stunden nach der Injektion getötet wurden, war steril, dagegen konnten in der Galle der anderen zwei Hunde, von denen einer 1 Stunde 40 Minuten, der andere $2^1/_2$ Stunden nach der Injektion getötet wurde, die ins Blut einverleibten Mikroorganismen nachgewiesen werden. Biedl und Kraus erklärten diese Untersuchungsmethode für unzweckmässig und bedienten sich daher bei drei weiteren Versuchen einer anderen Methode: Sie kurarisierten oder chloroformierten die Tiere, unterbanden ihnen dann den Gallenblasengang (Ductus cysticus) und führten in den Ductus choledochus eine Kanüle ein; dann

Digitized by Google

injizierten sie den Tieren je 5—6 cm³ einer Kultur des Staphylokokkus pyogenes aureus, deren Alter nicht angegeben wurde ins Blut. Aus der ausfliessenden Galle wurden sofort Kulturen angelegt und das Ergebnis war in aller drei Fällen ein positives: Die injizierten Kokken wurden mit der Galle ausgeschieden, und zwar in einem Falle 13 Minuten, im anderen 20 Minuten, im drittten 35 Minuten nach der Injektion. Die Leber wurde mikroskopisch nicht untersucht.

Schon abgesehen davon. dass von einer physiologischen Ausscheidung von Mikroorganismen aus dem Blute durch die Leber schwerlich die Rede sein kann. wenn man nicht erst festgestellt hat, dass in diesem Organ keine Veränderungen vorhanden sind, wie man solche nach einer Injektion von so grossen Mengen virulenter Mikroorganismen ins Blut doch erwarten dürfte — schon davon abgesehen, kann uns die von Biedl und Kraus bei den letzteren drei Versuchen angewandte Methode bei Berücksichtigung des über diese Methode oben Gesagten zu keinerlei Schlüssen berechtigen.

In seinen Schlussfolgerungen vorsichtiger ist Cotton, wiewohl auch er geneigt ist. die Theorie der physiologischen Ausscheidung von Mikroorganismen durch die Leber anzunehmen. Auf Grund zahlreicher, im Laboratorium Weichselbaums ausgeführter Untersuchungen, welche in Bezug auf Exaktheit nicht viel zu wünschen übrig lassen, gelangte Cotton zu dem Schlusse. dass wenigstens gewisse Mikrobenarten, wenn sie in grosser Zahl im Blute vorhanden sind, durch die Leber ausgeschieden werden können, ohne in derselben vorher wahrnehmbare anatomische Veränderungen zu veranlassen. Nach Cotton können unter normalen Verhältnissen nur kleine Mengen von Mikroorganismen durch die Leber ausgeschieden werden, während grössere Mengen nur unter pathologischen Verhältnissen in die Galle gelangen.

Cotton injizierte Kaninchen in die Ohrvene eine Emulsion von Bouillon und verschiedenen Mikroorganismen aus einer Agarkultur. Im ganzen wurden von diesem Forscher 65 Versuche durchgeführt, und zwar 14 Versuche mit Anthraxbazillen, 3 mit Heubazillen, 6 mit Pneumokokken, 32 mit Staphylokokken (staph. pyog. aur.), 5 mit den Pneumoniebazillen Friedländers und 5 mit b. prodigiosum. Die dazu verwendeten Kulturen waren meist kaum mehrere Stunden, zuweilen einige Tage alt. Die Mengen der inji-

Digitized by Google

zierten Emulsion waren verschieden, von Zehnteln cm³ angefangen sukzessive bis zu 9 cm³ steigend. Die zu untersuchende Galle nahm Cotton aus der Gallenblase, nachdem die Tiere eine gewisse Zeit nach der Injektion getötet waren, bei einigen Versuchen erst nachdem die Tiere infolge der Infektion zugrunde gegangen waren. Die Gallenblasenwand wurde kauterisiert, der ganze Gallengehalt mittels einer Spritze herausgeholt und auf Agar geimpft. Das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung war folgendes: In 45 Fällen war die Galle steril, nur in 20 Fällen konnten Kulturen der ins Blut injizierten Mikroorganismen erzielt werden, und zwar in 1 Falle das b. prodigiosum, in 3 Fällen die Pneumoniebazillen Friedländers, in 1 Falle Pneumokokken und in 15 Fällen Staphylokokken (staph. pyog. aur.). In keinem Falle gelang es Cotton Anthrax- oder Heubazillen aus der Galle zu züchten. Diese negativen Resultate schreibt Cotton dem schädlichen Einflusse zu, welchen die Galle — wie er sich auf Grund eigener Untersuchungen überzeugte — auf die Entwickelung der beiden letzteren Bazillenarten ausübt.

Ein Teil der positiven Ergebnisse der Versuche Cottons ist zweifelsohne den pathologischen Bedingungen zuzuschrieben. So züchtete Cotton den Pneumokokkus aus der Galle erst zwei Tage nach der Injektion desselben ins Blut, wobei die mikroskopische Untersuchung in den Gallengängen Desquamation des Epithels zeigte, welches zuweilen das ganze Lumen ausfüllte. In diesem Falle ist somit vielmehr eine pathologische Ausscheidung der Mikroorganismen durch die Leber anzunehmen.

Die Pneumoniebazillen züchtete Cotton einmal $4^1/_2$ Stunden, ein anderes Mal $6^3/_4$ Stunden nach geschehener Injektion und in einem Falle aus einem Tiere, welches 20 Stunden nach der Injektion zugrunde gegangen war. Die beiden ersten Tiere waren schon im Augenblicke, als sie getötet wurden, krank, überdies wurden in der Leber eines dieser Tiere kapilläre Blutungen gefunden. So kann auch in diesen drei Fällen von einer physiologischen Ausscheidung der Mikroorganismen mit der Galle kaum die Rede sein.

Von 15 Fällen, in welchen Cotton Kulturen des Staphylokokkus pyogenes aureus erhielt, war die Galle in 4 Fällen von Tieren genommen, welche infolge der Infektion zugrunde gegangen waren, in drei Fällen erst lange Zeit (23 Stunden, 28 Stunden u. 6 Tage) nach der Injektion und nur in den 8 übrigen Fällen in kürzerer

Digitized by Google

Zeit, und zwar 10 Minuten, $^1/_2$, $1^1/_2$, $2^1/_2$, $3^1/_2$, $5^1/_2$ Stunden und 2 mal in 6 Stunden nach der Injektion, wobei die Zahl der in der Kultur erhaltenen Mikroorganismen sehr gering war. Von einer physiologischen Ausscheidung der Mikroorganismen durch die Leber könnte somit nur in diesen acht Fällen die Rede sein, in welchen Cotton kurz nach der Injektion ins Blut Staphylokokken in der Galle fand, und in einem Falle, in welchem er eine Kultur des b. prodigiosum aus der Galle erhielt, falls die Unvollkommenheit der Technik bei dem Gewinnen der Galle auch den Wert dieser wenigen positiven Ergebnisse nicht in Zweifel ziehen liesse. So kann man auf Grund der obigen Ergebnisse sich schwer der Meinung Cottons anschliessen, dass die Leber im normalen Zustande Mikroorganismen aus den Blute ausscheidet.

Angesichts so verschiedener, oft gerade widerstreitender Untersuchungsresultate hat es den Anschein, dass es überhaupt schwer ist, sich über diese Sache ein entscheidendes Urteil zu schaffen. Dennoch gibt es Forscher, welche sich entschieden für die physiologische Mikroorganismenausscheidung durch die Leber erklären, sodass diese Anschauung als gewissermassen schon feststehend sogar in die neuesten Lehrbücher der Pathologie Eingang zu finden beginnt, obwohl es auch an Gegnern dieser Anschauung nicht fehlt. Dieser Sachverhalt bestimmte mich, die Untersuchungen in der Richtung dieser noch immer offen stehenden Frage wieder aufzunehmen.

Zu diesem Zwecke habe ich 20 Versuche gemacht, davon 16 an Hunden, 2 an Kaninchen und 2 an Meerschweinchen. Die Tiere wurden narkotisiert, dann wurden denselben in die Vena jugularis Mikroorganismenkulturen injiziert, und zwar teils Bouillonkulturen von b. prodigiosum, b. fluorescens non liqu., b. kiliense, b. coli commune, b. pyocyaneus, b. typhi, und staphyolokokkus pyogenes aureus, teils Agarkulturen derselben Mikroorganismen suspendiert in physiologischer Kochsalzlösung. Die Kulturen waren meist mehrere Stunden alt, nur ausnahmsweise waren sie älter. Die Menge der Bouillonkultur, welche zu einer Injektion verbraucht wurde betrug in den meisten Fällen ein Kubikcentimeter. Bei den meisten Versuchen wurde den Tieren nach etwa einer Stunde nach der ersten Injektion die gleiche Menge einer anderen Mikroorganismenkultur injiziert. Die Agarkulturen mischte ich, nachdem ich sie von der Unterlage abgeschabt hatte, mit einigen cm^3 physiologischer

Digitized by Google

Kochsalzlösung und von dieser Emulsion wurde nur ein Teil den Tieren injiziert. Um mich zu überzeugen, ob die ins Blut injizierten Mikroorganismen durch die ganze Zeit der Dauer des Versuches im Blute zirkulieren, entnahm ich von Zeit zu Zeit aus der Arteria carotis ungefähr 1 cm³ Blut und impfte dasselbe sofort auf Bouillon. Eine oder einige Stunden nach der Infektion wurde die Galle dem noch immer in der Narkose liegenden Tiere zu wiederholten Malen entnommen. Zur Entnahme derselben bediente ich mich einer Pasteurschen Pipette, welche ich in die Gallenblasenwand an einer vorher mit einem eisernen Cauterium angesengten Stelle einstach. Die Menge der auf diese Weise jedesmal gewonnenen Galle betrug $^1/_4$ bis 2 cm³. Bei 6 Versuchen gewann ich die Galle aus dem Ductus choledochus mittels der Ureterkanüle von Prof. Klecki. Bei 4 von diesen nahm ich zugleich auch die Galle aus der Gallenblase. Die herausgehobene Galle impfte ich sofort auf Agar- Bouillon- und Galatinenährböden. Die geimpften Nährböden wurden 10 Tage hindurch beobachtet und bei den meisten Versuchen in Zimmertemperatur gehalten. Sobald ich eine genügenge Menge Galle zur Verfügung hatte, liess ich das Tier verbluten, untersuchte dann die Leber makroskopisch und entnahm ihr einige Stückchen für die mikroskopische Untersuchung.

Um im Falle negativer Ergebnisse dem Einwande vorzubeugen, dass diese Ergebnisse den bakterientötenden Eigenschaften der Galle zuzuschreiben seien, untersuchte ich, ob die Galle wirklich solche Eigenschaften gegenüber denjenigen Mikroorganismen besitzt, mit welchen ich die Versuchstiere infizierte. Zu diesen Untersuchungen nahm ich die Galle von denselben Tieren, welche ich zu den Versuchen benutzte, und zugleich Mikroorganismen grösstenteils von denselben Kulturen, welche den Tieren injiziert wurden. Diese Untersuchungen führte ich nach der Methode von Buchner aus. Auf Grund dieser Untersuchungen gelangte ich zur Überzeugung, dass die Galle auf die oben genannten Mikroorganismenarten, welche ich den Versuchstieren injizierte, keineswegs schädlich einwirke, dass die Galle im Gegenteil für manche Mikroorganismenarten, wie b. prodigiosum, b. coli commune und b. pyocyaneus sogar einen ziemlich guten Nährboden darstellt.

Bei Berücksichtigung aller dieser Umstände müsste man nun a priori erwarten, dass die in grosser Menge ins Blut injizierten Mikroorganismen stets in der Galle erscheinen werden, wenn die

Digitized by Google

Leber im normalen Zustande dieselben wirklich ausscheidet, wie dies manche Forscher behaupten. Widrigenfalls müssten die Ergebnisse entweder durchweg negativ ausfallen oder nur in wenigen Fällen positiv wegen der Unvollkommenheit der Technik bei der Entnahme der Galle, wobei nicht immer eine Beimischung von Blut vermieden werden kann, zumal wenn man sich dabei einer Kanüle bedient, welche in den Ductus choledochus eingeführt wird. Obwohl ich die letztere Methode, nach welcher die Galle mittels einer in den Ductus choledochus eingeführten Kanüle gewonnen wird, als unzweckmässig betrachte, da sie nur im Falle negativer Ergebnisse zu dem Schlusse berechtigt, dass die Leber keine Mikroorganismen aus dem Blute ausscheidet, dagegen im Falle positiver Ergebnisse keine Schlüsse gezogen werden können, so habe ich trotzdem diese Methode bei 6 Versuchen angewendet, um die Ergebnisse dieser Methode mit den Resultaten jener Versuche zu vergleichen, bei welchen ich die Galle nach einer anderen Methode direkt aus der Gallenblase gewonnen habe. Bei der Anwendung jener Methode unterband ich den Gallenblasengang absichtlich nicht, da es mir gar nicht daran gelegen war, nur jene Galle zu erhalten, welche während des Versuches ausgeschieden wurde, sondern lediglich, um den Wert dieser beiden Methoden zu vergleichen.

Um eine Vorstellung von der Art und Weise zu geben, wie meine Versuche durchgeführt wurden, will ich hier die Protokolle von einigen Versuchen anführen.

Versuch II am 4. VI. 1903.

Um 11 Uhr 25 M. wurde einem Hunde in die Vene 1 cm³ Bouillonkult. von b. coli com. injiziert
„ 12 „ 30 „ wurde diesem Hunde in die Vene 1 cm³ Bouillonkult. von b. kiliense injiziert
„ 1 „ 35 „ Galle aus Gallenblase auf Agar geimpft
„ 1 „ 35 „ „ „ „ „ Bouillon geimpft
„ „ „ 35 „ „ „ „ „ Gelatine „

Ergebnis negativ.

Versuch IX am 2. VII. 1903.

Um 10 Uhr 12 M. wurde einem Hunde in die Vene 0·17 Agarkultur von b. pyocyaneus suspendiert in 5 cm³ physiol. Kochsalzlös. injiziert

Digitized by Google

Um 11 Uhr 13 M. Galle aus Gallenblase in Bouillon geimpft
„ 11 „ 13 „ „ „ „ „ Gelatine „
„ 11 „ 13 „ „ „ „ „ Agar „
Ergebnis negativ.

Versuch XX am 10. V. 1904.

Um 10 Uhr 00 M. wurde einem Hunde in den Ductus chole. eine Kanüle eingeführt
„ 10 „ 03 „ Galle aus der Kanüle auf Bouillon geimpft
„ 10 „ 05 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 10 „ 14 „ in die Vene 3 cm³ Bouillonkultur von b. fluorescens n. liq. injiziert
„ 10 „ 22 „ Galle aus der Kanüle auf Bouillon geimpft
„ 10 „ 32 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 10 „ 45 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 10 „ 53 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 10 „ 56 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 10 „ 58 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 11 „ 00 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 11 „ 06 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 11 „ 16 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 11 „ 35 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 11 „ 46 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 12 „ 01 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 12 „ 09 „ Galle aus der Gallenblase
Ergebnis negativ.

Positive Ergebnisse erhielt ich nur bei drei Versuchen, und zwar von 18 Fällen der bakteriologischen Untersuchung der aus der Gallenblase gewonnenen Galle — nur einmal und von 6 Fällen bakteriologischer Untersuchung der aus dem Ductus choledochus erhaltenen Galle — zweimal.

Wenn man nun berücksichtigt, dass die ins Blut injizierten Mikroorganismen durch die ganze Dauer der Versuche in demselben zirkulierten; dass die Leber bei der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung in keinem Falle irgend welche Veränderungen zeigte; ferner dass die wenigen positiven Ergebnisse den Mängeln der Untersuchungstechnik zugeschrieben werden können; endlich dass die zahlreichen negativen Ergebnisse meiner Untersu-

Digitized by Google

chung keineswegs durch die vermutlichen bakterientötenden Eigenschaften der Galle erklärt werden können, so muss man zu dem Schlusse gelangen, das die Leber im normalen Zustande die im Blute zirkulierenden Mikroorganismen nicht ausscheidet.

Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie
der Jagiellonischen Universität in Krakau.

Nakładem Akademii Umiejętności,
Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków. 1904. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego

15 Grudnia 1904

Digitized by Google

Digitized by Google

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
1873 — 1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II — XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III — XIII, XV — XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medekszа commentarii 1654 — 1688 ed. Seredyński: 6 k. — Vol VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Digitized by Google

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« (*Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 9 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo. 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« (*Mémoires*), in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« (*Séances et travaux*), in 8-vo. 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« (*Comptes rendus de la Commission de physiographie*), in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« (*Atlas géologique de la Galicie*), in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« (*Comptes rendus de la Commission d'anthropologie*), in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« (*Les populations riveraines de la Raba en Galicie*), in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« (*Histoire de l'infanterie polonaise*), in 8-vo. 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« (*Annuaire de l'Académie*), in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« (*Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888*). 8-vo. 1889. — 4 k.

Digitized by Google

12.229

N° 10. DÉCEMBRE 1904.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905.

Digitized by Google

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie

sous la direction de M. Léon Marchlewski,

Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Digitized by Google

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 10. Décembre 1904.

Sommaire: 42. M. A. DENIZOT. Sur la théorie du mouvement relatif avec une application au pendule de Foucault et au problème du mouvement d'un corps à la surface terrestre, en ayant égard à la rotation de la terre.
43. M. J. MOROZEWICZ. Sur la béckélite, un céro-lanthano-didymo-silicate de calcium.
44. M. E. GODLEWSKI. Recherches expèrimentales sur l'influence du système nerveux sur la régénération.
45. M. L. MARCHLEWSKI. L'identité de la phylloérytrine, de la bilipurpurine et de la choléhaematine.
46. MM. C. KRAFT et C. ZAKRZEWSKI. Une méthode pour déterminer les directions principales et les constantes optiques dans le cas de la biréfringence combinée avec le pouvoir rotatoire.
47. M. VL. KULCZYŃSKI. Fragmenta arachnologica.
48. M. R. NITSCH. Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). II partie.
49. M. CASIMIR WIZE. Les maladies du Cleonus punctiventris Germ. causées par des champignons entonaophytes en insistant particulièrement sur les espèces nouvelles.
50. M. ST. OPOLSKI. Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur.
51. M. MIECISLAU SZYMAŃSKI. Contribution à l'helmintologie.

Séance du mardi 6 Décembre 1904.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

42. M. A. DENIZOT. **Theorie der relativen Bewegung mit einer Anwendung auf das Problem der Bewegung eines Körpers an der Oberfläche der rotierenden Erde sowie auf den Foucaultschen Pendelversuch.** ***(Sur la théorie du mouvement relatif avec une application au pendule de Foucault et au problème du mouvement d'un corps à la surface terrestre, en ayant égard a la rotation de la terre).*** Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t. à la séance du 17 Octobre 1904.

„Je remarque d'abord que le phénomène dont il s'agit dans cette expérience ne dépend au fond, ni de la gravité, ni d'aucune autre force".

Poinsot. Comptes Rendus, **32**, p. 206; (1851).

Das Problem der relativen Bewegung setzt ein im Raume absolut festes und ein bewegliches Koordinatensystem voraus, und nach

Digitized by Google

dem bekannten Theorem von Clairaut und Coriolis[1]) kann die relative Bewegung eines Massensystems ebenso wie die absolute behandelt werden, wenn zu den auf jeden Massenpunkt des Systems tatsächlich wirkenden Kräften noch gewisse Hilfskräfte hinzugefügt werden, nämlich 1) eine gleiche und entgegengesetzte derjenigen Kraft, welche den Massenpunkt fest mit dem beweglichen Koordinatensystem verbinden würde (la force d'entraînement) und 2) eine Kraft, die senkrecht zur Richtung der relativen Bewegung des Massenpunktes und zur instantanen Rotationsachse der beweglichen Achsen wirkt und durch das Produkt $-2\,m\,c\,\omega \sin\vartheta$ gemessen wird, wenn c die relative Geschwindigkeit des Punktes mit der Masse m, ω die Winkelgeschwindigkeit des beweglichen Koordinatensystems um eine instantane Rotationsachse und ϑ der Winkel zwischen c und der Rotationsachse ist (la force centrifuge composée).

In der hier folgenden Darstellung wird die force d'entraînement spezifiziert, was, namentlich für besondere Fälle, auch längst bekannt ist. Die hier dargelegte Interpretation ist jedoch in einer Form gegeben, die meines Wissens in der Literatur noch nicht vorhanden ist. Eine besondere Rolle spielt hierbei das instantane Trägheitsmoment bzw. — Ellipsoid, und ein Teil des durch die allgemeinen Bewegungsgleichungen gegebenen Phänomens kann durch eine um die instantane Achse erfolgende Drehung der Masse von einer fingierten, jedoch durch das Trägheitsellipsoid charakterisierten Form versinnbildlicht werden. Es werden dann weiter aus den allgemeinen Bewegungsgleichungen zwei Integrale entwickelt, von denen eines das Prinzip der lebendigen Kraft darstellt und in einer anderen Form als von Coriolis u. A. ausgesprochen wird. Die entwickelten allgemeinen Sätze werden dann auf das Foucaultsche Pendel und die Bewegung eines Körpers an der Oberfläche der Erde angewandt; es zeigt sich, daß hier das Trägheitsellipsoid in eine Ellipse ausartet, wodurch ein Teil des Phänomens auf eine um die Vertikale sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit drehende ebene Flächenmasse zurückgeführt werden kann. Hiermit wird das

[1]) Clairaut, Histoire de l'Acad. Royale d. Sciences, Mémoires de Mathématique et de Physique, Paris, p. 1; 1742.

Coriolis, Journal de l'École Polytechnique, cahier **21**, p. 268; 1832, **24**, p. 142; 1835.

Bertrand, Jbd., **32**, p. 149; 1848.

Digitized by Google

Phänomen des Foucaultschen Pendels und die südliche Abweichung eines frei fallenden Körpers auf der nördlichen Hemisphäre in Zusammenhang gebracht.

§ 1. Wir betrachten zunächst die Bewegung eines freien Punktes; sind noch gewisse Bedingungsgleichungen vorhanden, so können wir den wirkenden äusseren Kräften noch die den Bedingungsgleichungen entsprechenden hinzufügen. Die Entwickelungen werden dann auf ein System von materiellen Punkten ausgedehnt.

Zu einer Zeit t seien nun x', y', z' die Koordinaten eines Massenpunktes in bezug auf ein absolut festes Koordinatensystem; x, y, z die relativen Koordinaten desselben Punktes, d. h. bezogen auf ein bewegliches Koordinatensystem, dessen Anfangspunkt 0 in bezug auf das feste System die Koordinaten x_0, y_0, z_0 hat, und seien schließlich die Transformationsgleichungen beider Systeme:

$$\begin{aligned} x' &= x_0 + ax + by + cz \\ y' &= y_0 + a'x + b'y + c'z \\ z' &= z_0 + a''x + b''y + c''z. \end{aligned} \tag{1}$$

Die Grössen x_0, y_0, z_0 und a, b, c,... werden als bekannte Funktionen der Zeit t vorausgesetzt, welche die Lage der beweglichen Achsen bestimmen; ausserdem fügen wir zu (1) die bekannten Relationen hinzu:

$$a^2 + a'^2 + a''^2 = 1 \tag{2}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$bc + b'c' + b''c'' = 0 \tag{3}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$c'a'' - a'c'' = b \tag{4}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

§ 2. Bevor wir die Bewegungsgleichungen entwickeln, sollen zunächst einige bekannte, zwischen den Cos. in (1) und deren Ableitungen herrschende Relationen aufgestellt werden, von denen nachher Gebrauch gemacht wird.

Unter Berücksichtigung der Relationen (3) setzen wir:

$$\begin{aligned} c\frac{db}{dt} + c'\frac{db'}{dt} + c''\frac{db''}{dt} &= -b\frac{dc}{dt} - b'\frac{dc'}{dt} - b''\frac{dc''}{dt} = p \\ a\frac{dc}{dt} + a'\frac{dc'}{dt} + a''\frac{dc''}{dt} &= -c\frac{da}{dt} - c'\frac{da'}{dt} - c''\frac{da''}{dt} = q \\ b\frac{da}{dt} + b'\frac{da'}{dt} + b''\frac{da''}{dt} &= -a\frac{db}{dt} - a'\frac{db'}{dt} - a''\frac{db''}{dt} = r. \end{aligned} \tag{5}$$

Digitized by Google

Die Bedeutung der eingeführten Größen p, q, r werden wir später (§ 5) erkennen.

Ausserdem gelten die aus (2) folgenden Beziehungen:

$$a\frac{da}{dt}+a'\frac{da'}{dt}+a''\frac{da''}{dt}=o. \tag{6}$$

. . . . . .

Wir betrachten dann folgendes System von Gleichungen:

$$\begin{aligned} a\frac{da}{dt}+a'\frac{da'}{dt}+a''\frac{da''}{dt}&=o\\ b\frac{da}{dt}+b'\frac{da'}{dt}+b''\frac{da''}{dt}&=r\\ c\frac{da}{dt}+c'\frac{da'}{dt}+c''\frac{da''}{dt}&=-q. \end{aligned} \tag{7}$$

Durch Auflösen dieser Gleichungen nach $\frac{da}{dt}$, $\frac{da'}{dt}$, $\frac{da''}{dt}$, wobei die Auflösungsdeterminante bekanntlich den Wert $+1$ hat, folgen mit Berücksichtigung der Relationen (4) die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \frac{da}{dt}&=rb-qc\\ \frac{da'}{dt}&=rb'-qc'\\ \frac{da''}{dt}&=rb''-qc'' \end{aligned} \tag{8}$$

und in einer analogen Weise:

$$\begin{aligned} \frac{db}{dt}&=pc-ra\\ \frac{db'}{dt}&=pc'-ra'\\ \frac{db''}{dt}&=pc''-ra'' \end{aligned} \tag{9}$$

sowie:

$$\begin{aligned} \frac{dc}{dt}&=qa-pb\\ \frac{dc'}{dt}&=qa'-pb'\\ \frac{dc''}{dt}&=qa''-pb''. \end{aligned} \tag{10}$$

Digitized by Google

Durch nochmalige Differentiation von (6) nach der Zeit folgt:

$$a\frac{d^2a}{dt^2}+a'\frac{d^2a'}{dt^2}+a''\frac{d^2a''}{dt^2}=-\left\{\left(\frac{da}{dt}\right)^2+\left(\frac{da'}{dt}\right)^2+\left(\frac{da''}{dt}\right)^2\right\}$$

oder wenn wir die rechte Seite unter Benutzung von (8), (2) und (3) berechnen:

$$a\frac{d^2a}{dt^2}+a'\frac{d^2a'}{dt^2}+a''\frac{d^2a''}{dt^2}=-\left\{q^2+r^2\right\}. \tag{11}$$

Ferner haben wir nach (5) die Gleichung

$$a\frac{db}{dt}+a'\frac{db'}{dt}+a''\frac{db''}{dt}=-r,$$

durch deren nochmalige Differentiation wir erhalten:

$$a\frac{d^2b}{dt^2}+a'\frac{d^2b'}{dt^2}+a''\frac{d^2b''}{dt^2}=$$
$$=-\frac{dr}{dt}-\left(\frac{da}{dt}\frac{db}{dt}+\frac{da'}{dt}\frac{db'}{dt}+\frac{da''}{dt}\frac{db''}{dt}\right), \tag{12}$$

aber unter Benutzung von (8) und (9) sowie der Relationen (2) und (3) ist:

$$\frac{da}{dt}\frac{db}{dt}+\frac{da'}{dt}\frac{db'}{dt}+\frac{da''}{dt}\frac{db''}{dt}=-pq \tag{13}$$

daher (12):

$$a\frac{d^2b}{dt^2}+a'\frac{d^2b'}{dt^2}+a''\frac{d^2b''}{dt^2}=-\frac{dr}{dt}+pq \tag{14}$$

und auf ähnliche Weise folgt:

$$a\frac{d^2c}{dt^2}+a'\frac{d^2c'}{dt^2}+a''\frac{d^2c''}{dt^2}=\frac{dq}{dt}+pr. \tag{15}$$

§ 3. Nunmehr wenden wir uns zur Aufstellung der allgemeinen Differentialgleichungen für relative Bewegung, wobei der Weg der Entwickelung im grossen und ganzen mit dem von Coriolis eingeschlagenen übereinstimmt.

Sind X', Y', Z' die Komponenten der äusseren, auf die Masse m des Punktes x', y', z' wirkenden Kraft, bezogen auf das feste Koordinatensystem, so ist:

Digitized by Google

$$
(16) \qquad \begin{aligned} m\frac{d^2x'}{dt^2} &= X' \\ m\frac{d^2y'}{dt^2} &= Y' \\ m\frac{d^2z'}{dt^2} &= Z' \end{aligned}
$$

und in Bezug auf das bewegliche System gilt für die Komponenten der äusseren Kraft X, Y, Z:

$$
(17) \qquad \begin{aligned} aX' + a'Y' + a''Z' &= X \\ bX' + b'Y' + b''Z' &= Y \\ cX' + c'Y' + c''Z' &= Z. \end{aligned}
$$

Werden jetzt die Transformationsgleichungen (1) nach der Zeit t wiederholt differenziert, so erhält man:

$$
(18) \qquad \begin{aligned} \frac{dx'}{dt} &= \frac{dx_0}{dt} + x\frac{da}{dt} + y\frac{db}{dt} + z\frac{dc}{dt} + a\frac{dx}{dt} + b\frac{dy}{dt} + c\frac{dz}{dt} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}
$$

und

$$
(19) \qquad \begin{aligned} \frac{d^2x'}{dt^2} &= \frac{d^2x_0}{dt^2} + x\frac{d^2a}{dt^2} + y\frac{d^2b}{dt^2} + z\frac{d^2c}{dt^2} + \\ &\quad + a\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{d^2y}{dt^2} + c\frac{d^2z}{dt^2} + 2\left(\frac{da}{dt}\frac{dx}{dt} + \frac{db}{dt}\frac{dy}{dt} + \frac{dc}{dt}\frac{dz}{dt}\right) \\ \frac{d^2y'}{dt^2} &= \frac{d^2y_0}{dt^2} + x\frac{d^2a'}{dt^2} + y\frac{d^2b'}{dt^2} + z\frac{d^2c'}{dt^2} + \\ &\quad + a'\frac{d^2x}{dt^2} + b'\frac{d^2y}{dt^2} + c'\frac{d^2z}{dt^2} + 2\left(\frac{da'}{dt}\frac{dx}{dt} + \frac{db'}{dt}\frac{dy}{dt} + \frac{dc'}{dt}\frac{dz}{dt}\right) \\ \frac{d^2z'}{dt^2} &= \frac{d^2z_0}{dt^2} + x\frac{d^2a''}{dt^2} + y\frac{d^2b''}{dt^2} + z\frac{d^2c''}{dt^2} + \\ &\quad + a''\frac{d^2x}{dt^2} + b''\frac{d^2y}{dt^2} + c''\frac{d^2z}{dt^2} + 2\left(\frac{da''}{dt}\frac{dx}{dt} + \frac{db''}{dt}\frac{dy}{dt} + \frac{dc''}{dt}\frac{dz}{dt}\right). \end{aligned}
$$

Multiplizieren wir diese Gleichungen der Reihe nach mit a, a', a'', so erhalten wir nach Addition, indem wir gleichzeitig die Gleichungen mit der Masse m des betrachteten Punktes multiplizieren und (16), (17) sowie die Relationen (2) und (3) berücksichtigen:

Digitized by Google

$$
\begin{aligned}
X = m\left(a\frac{d^2x_0}{dt^2} + a'\frac{d^2y_0}{dt^2} + a''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right) + \\
+ mx\left(a\frac{d^2a}{dt^2} + a'\frac{d^2a'}{dt^2} + a''\frac{d^2a''}{dt^2}\right) \\
+ my\left(a\frac{d^2b}{dt^2} + a'\frac{d^2b'}{dt^2} + a''\frac{d^2b''}{dt^2}\right) \\
+ mz\left(a\frac{d^2c}{dt^2} + a'\frac{d^2c'}{dt^2} + a''\frac{d^2c''}{dt^2}\right) \\
+ m\frac{d^2x}{dt^2} \\
+ 2\frac{dy}{dt}\left(a\frac{db}{dt} + a'\frac{db'}{dt} + a''\frac{db''}{dt}\right) \\
+ 2\frac{dz}{dt}\left(a\frac{dc}{dt} + a'\frac{dc'}{dt} + a''\frac{dc''}{dt}\right)
\end{aligned}
\tag{20}
$$

oder, indem wir noch für die einzelnen Klammerausdrücke die Beziehungen (11), (14), (15) und (5) einsetzen:

$$
\begin{aligned}
m\frac{d^2x}{dt^2} = X - m\left(a\frac{d^2x_0}{dt^2} + a'\frac{d^2y_0}{dt^2} + a''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right) + (q^2 + r^2)\,mx - \\
-\left(-\frac{dr}{dt} + pq\right)my - \left(\frac{dq}{dt} + pr\right)mz - 2m\left(q\frac{dz}{dt} - r\frac{dy}{dt}\right).
\end{aligned}
\tag{21}
$$

Indem wir die Ausdrücke auf der rechten Seite noch etwas anders gruppieren, folgt gleichzeitig für die beiden anderen Komponenten:

$$
\begin{aligned}
m\frac{d^2x}{dt^2} = X - m\left(a\frac{d^2x_0}{dt^2} + a'\frac{d^2y_0}{dt^2} + a''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right) + \\
+ \{(q^2 + r^2)\,mx - pq\,my - pr\,mz\} - \\
- m\left(z\frac{dq}{dt} - y\frac{dr}{dt}\right) - 2m\left(q\frac{dz}{dt} - r\frac{dy}{dt}\right) \\
m\frac{d^2y}{dt} = Y - m\left(b\frac{d^2x_0}{dt^2} + b'\frac{d^2y_0}{dt^2} + b''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right) + \\
+ \{(r^2 + p^2)\,my - qr\,mz - qp\,mx\} - \\
- m\left(x\frac{dr}{dt} - z\frac{dp}{dt}\right) - 2m\left(r\frac{dx}{dt} - p\frac{dz}{dt}\right) \\
m\frac{d^2z}{dt^2} = Z - m\left(c\frac{d^2x_0}{dt^2} + c'\frac{d^2y_0}{dt^2} + c''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right) + \\
+ \{(p^2 + q^2)\,mz - rp\,mx - rq\,my\} - \\
- m\left(y\frac{dp}{dt} - x\frac{dq}{dt}\right) - 2m\left(p\frac{dy}{dt} - q\frac{dx}{dt}\right).
\end{aligned}
\tag{22}
$$

Digitized by Google

Die drei ersten Klammern auf der rechten Seite repräsentieren die erste Zusatzkraft in dem Theorem von Coriolis und das letzte Glied ist der Ausdruck für die zusammengesetzte Zentrifugalkraft.

Wir wollen nunmehr die Bedeutung der einzelnen, auf der rechten Seite der Gleichungen (22) stehenden Glieder näher ins Auge fassen, wobei wir auch manches Bekannte des Zusammenhangs wegen behandeln.

§ 4. Zunächst sind $m\frac{d^2x_0}{dt^2}$, $m\frac{d^2y_0}{dt^2}$, $m\frac{d^2z_0}{dt^2}$ Kräfte, die auf die Masse m wirken, wenn sich diese zur Zeit t im Koordinatenanfang O des beweglichen Achsensystems befände; die Ausdrücke:

$$
(23)\qquad
\begin{aligned}
X_0 &= m\left(a\frac{d^2x_0}{dt^2} + a'\frac{d^2y_0}{dt^2} + a''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right)\\
Y_0 &= m\left(b\frac{d^2x_0}{dt^2} + b'\frac{d^2y_0}{dt^2} + b''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right)\\
Z_0 &= m\left(c\frac{d^2x_0}{dt^2} + c'\frac{d^2y_0}{dt^2} + c''\frac{d^2z_0}{dt^2}\right)
\end{aligned}
$$

sind die Projektionen dieser Kräfte auf die beweglichen Achsen. Für ein starres System von Massenpunkten gelten dieselben Ausdrücke, wenn unter m die gesamte Masse verstanden wird. Wir wollen die obigen, negativ genommenen Ausdrücke die auf den Koordinatenanfang wirkenden Kräfte nennen.

§ 5. Um uns die Bedeutung der vorletzten Glieder in (22) zu vergegenwärtigen, betrachten wir in (18) denjenigen Teil der Geschwindigkeit, der ausgedrückt ist durch:

$$
(24)\qquad
\begin{aligned}
&x\frac{da}{dt} + y\frac{db}{dt} + z\frac{dc}{dt}\\
&x\frac{da'}{dt} + y\frac{db'}{dt} + z\frac{dc'}{dt}\\
&x\frac{da''}{dt} + y\frac{db''}{dt} + z\frac{dc''}{dt}\,.
\end{aligned}
$$

Diese Ausdrücke repräsentieren die Komponenten der absoluten Geschwindigkeit eines mit dem beweglichen Achsensystem fest verbundenen Punktes x, y, z, wenn noch die Lage des Koordinatenanfangs ungeändert bleibt.

Indem wir die Ausdrücke (24) der Reihe nach mit $a, a', a'', \ldots$ multiplizieren, erhalten wir nach Addition mit Hilfe der Beziehun-

Digitized by Google

gen (5) und (6) für die Projektionen der Geschwindigkeiten (24) auf die beweglichen Achsen:

$$\begin{aligned} u &= qz - ry \\ v &= rx - pz \\ w &= py - qx \,. \end{aligned} \tag{25}$$

Diese Ausdrücke sind, wie bekannt, die Komponenten der Drehungsgeschwindigkeit des zur Zeit t mit dem beweglichen Koordinatensystem, dessen Anfangspunkt in Ruhe ist, fest verbunden gedachten Punktes x, y, z um die instantane. durch den Koordinatenanfang O gehende Achse. deren Gleichung:

$$\frac{x_1}{p} = \frac{y_1}{q} = \frac{z_1}{r} \tag{26}$$

ist, für deren Punkte x_1, y_1, z_1 die Geschwindigkeiten (25) verschwinden. Die Grössen p, q, r sind die Komponenten der Winkelgeschwindigkeit, mit der sich das bewegliche Koordinatensystem zur Zeit t um die instantane Achse dreht; die Winkelgeschwindigkeit selbst ist

$$\omega = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2}\,, \tag{27}$$

wobei die Quadratwurzel positiv zu nehmen ist, wenn der Richtungssinn der Drehung positiv ist, den wir in folgender bekannten Weise fixieren: Wird auf der instantanen Achse eine Strecke $OK = \omega$ abgetragen, und sind deren Projektionen auf Ox, Oy, Oz bzw. gleich p, q, r, so wird durch die Strecke OK die Ache der augenblicklichen Rotation des beweglichen Koordinatensystems repräsentiert. Fällt zu irgend einer Zeit OK mit Oz zusammen, so ist $p = o$, $q = o$, $r = \omega$ und die Gleichungen (25) gehen über in:

$$\begin{aligned} u &= -\omega y \\ v &= \omega x \\ w &= o \,. \end{aligned} \tag{28}$$

Da die Ausdrücke (25), mit der Zeit dt multipliziert, die in dieser unendlich kleinen Zeit erfolgten unendlich kleinen Verschiebungen in den Richtungen der drei Achsen x, y, z darstellen, so dreht sich der mit dem beweglichen Achsensystem fest verbundene Punkt um die instantane Achse — wie es dann aus (28) folgt — von der positiven x- nach der positiven y-Achse, und dieses ist also

Digitized by Google

der positive Drehungssinn. Wird der Betrachtung ein Koordinatensystem zu grunde gelegt, bei dem die $+x$-Achse nach vorn, die $+y$-Achse nach rechts und die $+z$-Achse nach oben geht, so wird einem Beobachter, der sich in der z-Achse mit den Fussspitzen im Koordinatenanfang und dem Gesicht nach vorn befindet, der positive Drehungssinn von rechts nach links erscheinen.

Die Glieder

$$
\begin{aligned}
X_1 &= m\left(z\frac{dq}{dt} - y\frac{dr}{dt}\right) \\
Y_1 &= m\left(x\frac{dr}{dt} - z\frac{dp}{dt}\right) \qquad (29) \\
Z_1 &= m\left(y\frac{dp}{dt} - x\frac{dq}{dt}\right)
\end{aligned}
$$

in den Gleichungen (22) repräsentieren die Änderung der Bewegungsgrösse, welche der Massenpunkt x, y, z bei der Rotation um die instantane Achse zur Zeit t erlitte, wenn er fest mit einem beweglichen Koordinatensystem, dessen Anfangspunkt jedoch in absoluter Ruhe bliebe, verbunden sein würde. In den Bewegungsgleichungen ist die entgegengesetzte Änderung dieser Bewegungsgrösse anzubringen.

Indem wir diese Betrachtung auf ein System von Massenpunkten ausdehnen, erhalten wir, da die Winkelbeschleunigung zu einer und derselben Zeit für alle mit dem beweglichen Achsensystem fest verbundenen Punkte dieselbe ist:

$$
\begin{aligned}
\sum X_1 &= \frac{dq}{dt}\sum mz - \frac{dr}{dt}\sum my \\
\sum Y_1 &= \frac{dr}{dt}\sum mx - \frac{dp}{dt}\sum mz \\
\sum Z_1 &= \frac{dp}{dt}\sum my - \frac{dq}{dt}\sum mx.
\end{aligned}
$$

Werden mit ξ, η, ζ die Koordinaten des Massenmittelpunktes der gesamten Masse M zur Zeit t bezeichnet, so ist bekanntlich:

$$
\begin{aligned}
M\xi &= \sum mx \\
M\eta &= \sum my \qquad (30) \\
M\zeta &= \sum mz;
\end{aligned}
$$

Digitized by Google

die vorigen Gleichungen gehen dann über in:

$$\begin{aligned} \sum X_1 &= M\left(\zeta \frac{dq}{dt} - \eta \frac{dr}{dt}\right) \\ \sum Y_1 &= M\left(\xi \frac{dr}{dt} - \zeta \frac{dp}{dt}\right) \\ \sum Z_1 &= M\left(\eta \frac{dp}{dt} - \xi \frac{dq}{dt}\right). \end{aligned} \tag{29a}$$

Diese Ausdrücke repräsentieren die Änderung der Bewegungsgrösse des Massenmittelpunktes, wenn dieser zur Zeit t fest mit einem beweglichen Koordinatensystem, dessen Anfangspunkt jedoch in Ruhe bliebe, verbunden sein würde. Die negativ genommenen Ausdrücke (29) bzw. (29a) bezeichnen wir kurz als die instantane Tagentialkraft des Massenpunktes bzw. Massenmittelpunktes.

§ 6. Die in der letzten Klammer auf der rechten Seite in (22) stehenden Ausdrücke:

$$\begin{aligned} &-2m\left(q\frac{dz}{dt} - r\frac{dy}{dt}\right) \\ &-2m\left(r\frac{dx}{dt} - p\frac{dz}{dt}\right) \\ &-2m\left(p\frac{dy}{dt} - q\frac{dx}{dt}\right) \end{aligned} \tag{31}$$

sind die Komponenten der zusammengesetzten Zentrifugalkraft von Coriolis. Nach § 5 sind p, q, r die Streckenkoordinaten der die instantane Rotation repräsentierenden Achse $OK = \omega$, und denkt man sich noch die relativen Geschwindigkeiten $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ durch Strecken dargestellt, so sind die Ausdrücke (31), vom Faktor m abgesehen, die Projektionen des doppelten Flächeninhalts des von ω und der relativen Geschwindigkeit c gebildeten Parallelogramms; die hier auftretende Kraft ist demnach gleich

$$-2m\,\omega c \sin\vartheta, \tag{32}$$

wo ϑ der Winkel zwischen c und der instantanen Rotationsache ist. Werden die Ausdrücke (31) einerseits mit $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$, andererseits mit p, q, r multipliziert, so sind die betreffenden Summen gleich

Digitized by Google

null; daher ist die Richtung der zusammengesetzten Zentrifugalkraft senkrecht zur Winkelgeschwindigkeit und zur relativen Geschwindigkeit, entgegengesetzt der Richtung, in welcher die Rotation das bewegliche Koordinatensystem mit sich nimmt. Indem wir dasselbe Koordinatensystem wie in § 5 wählen, erhalten wir die folgende (auch nach (31) für $p = o$, $q = o$, $r = \omega$ und § 5 sich ergebende) Regel:

Denkt man sich einen Beobachter senkrecht zu der aus c und ω sowie deren Richtungen gebildeten Dreiecksfläche mit den Fußspitzen im Schnittpunkt (ω, c) stehend und mit dem Gesicht nach dem Winkel $(\omega\, c)$ gewendet, so ist zur Linken ω und zur Rechten c zu denken, und die Coriolissche Kraft wirkt in der Richtung von den Fußspitzen nach dem Kopf des Beobachters.

Für ein aus diskreten Massenpunkten bestehendes System gelten gleichfalls die Ausdrücke (31), wenn unter x, y, z die Koordinaten des Massenmittelpunktes und unter m die gesamte Masse des Systems verstanden wird, sodaß in diesem Falle die Ausdrücke (31) die Komponenten der zusammengesetzten Zentrifugalkraft des Massenmittelpunktes bedeuten.

§ 7. Was nun die in der zweiten Klammer stehenden Ausdrücke in (22) anlangt, so werden wir ihre Bedeutung erkennen, wenn wir den Ausdruck für das Trägheitsmoment der betrachteten Masse in bezug auf die instantane Achse (26) aufstellen.

Da

$$\frac{p}{\omega}, \frac{q}{\omega}, \frac{r}{\omega}$$

die Richtungscosinusse der instantanen Achse zur Zeit t bezüglich der beweglichen Achsen sind, so ist das instantane Trägheitsmoment der Masse bekanntlich gegeben durch:

$$(33) \quad I = \left(\frac{p}{\omega}\right)^2 \sum m(y^2 + z^2) + \left(\frac{q}{\omega}\right)^2 \sum m(x^2 + z^2) + \\ + \left(\frac{r}{\omega}\right)^2 \sum m(y^2 + x^2) - 2\frac{q}{\omega}\frac{r}{\omega} \sum myz - \\ - 2\frac{p}{\omega}\frac{r}{\omega} \sum mxz - 2\frac{p}{\omega}\frac{q}{\omega} \sum mxy,$$

und die instantane Rotationsenergie der Masse ist

Digitized by Google

$$\frac{1}{2}\omega^2 I = \frac{1}{2}p^2 \sum m(y^2+z^2) + \frac{1}{2}q^2 \sum m(x^2+z^2) + \tag{34}$$
$$+\frac{1}{2}r^2 \sum m(y^2+x^2) - qr\sum myz - pr\sum mxz - pq\sum mxy,$$

wo in (33) und (34) die Summen sich über alle Massenpunkte des Systems erstrecken.

Die durch (34) gegebene und für die Zeit t geltende Energie kann man sich durch Drehung der Masse um die instantane Achse erzeugt denken, und zwar sei sie positiv gerechnet, wenn die Drehung im positiven Sinne um die instantane Achse erfolgt, also im Sinne der Drehung des beweglichen Koordinatensystems (vgl. § 5).

Bilden wir in bezug auf (34) die partiellen Differentialquotienten nach den Koordinaten der einzelnen Massenpunkte (wobei die Winkelgeschwindigkeit sowohl bei der Differentiation wie bei der Summation über die einzelnen Massenpunkte konstant zu nehmen ist), so erhalten wir:

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial x} &= q^2 \sum mx + r^2 \sum mx - pq\sum my - pr\sum mz \\
\frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial y} &= p^2 \sum my + r^2 \sum my - qr\sum mz - pq\sum mx \\
\frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial z} &= p^2 \sum mz + q^2 \sum mz - pr\sum mx - qr\sum my.
\end{aligned} \tag{35}$$

Die rechts stehenden Ausdrücke sind aber dieselben, die in der zweiten Klammer der Gleichungen (22) vorkommen, wenn wir letztere auf ein System von Massenpunkten ausdehnen.

Führen wir auf der rechten Seite der Gleichungen (35) die Definitionen (30) des Massenmittelpunkts ein, dann können wir uns (35) auch aus dem Ausdruck:

$$\frac{1}{2}\omega^2 I' = \frac{1}{2}p^2 M(\eta^2+\zeta^2) + \frac{1}{2}q^2 M(\xi^2+\zeta^2) +$$
$$+\frac{1}{2}r^2 M(\eta^2+\xi^2) - qrM\eta\zeta - prM\xi\zeta - pqM\xi\eta \tag{34a}$$

entstanden denken, den wir als die instantane Rotationsenergie des Massenmittelpunkts bezeichnen wollen.

In dem Ausdruck (34a) wird I' definiert durch

$I' = M\varrho^2$, wo

Digitized by Google

$$\varrho^2 = \left(\frac{p}{\omega}\right)^2(\eta^2+\zeta^2) + \left(\frac{q}{\omega}\right)^2(\xi^2+\zeta^2) + \left(\frac{r}{\omega}\right)^2(\xi^2+\eta^2) -$$
$$- 2\frac{q}{\omega}\frac{r}{\omega}\eta\zeta - 2\frac{p}{\omega}\frac{r}{\omega}\xi\zeta - 2\frac{p}{\omega}\frac{q}{\omega}\xi\eta \qquad (33a)$$

das Quadrat der Entfernung des Massenmittelpunkts von der instantanen Achse zur Zeit t ist.

Wir erhalten für (35) aus (34a):

$$(35a) \qquad \begin{aligned} \frac{1}{2}\omega^2\frac{\partial I'}{\partial \xi} &= (q^2+r^2)M\xi - pqM\eta - prM\zeta \\ \frac{1}{2}\omega^2\frac{\partial I'}{\partial \eta} &= (r^2+p^2)M\eta - qrM\zeta - qpM\xi \\ \frac{1}{2}\omega^2\frac{\partial I'}{\partial \zeta} &= (p^2+q^2)M\zeta - rpM\xi - rqM\eta. \end{aligned}$$

Quadrieren wir die einzelnen Gleichungen (35a), so ergibt sich nach Addition und Wurzelziehen für die durch (35) bzw. (35a) gegebene Kraft:

$$K = \omega^2\sqrt{MI'},$$

oder, für I' den Ausdruck (33a) gesetzt:

$$K = M\omega^2\varrho,$$

d. h. — wie auch ohne Rechnung ersichtlich ist — die durch (35) bzw. (35a) gegebene Kraft ist die instantane Zentrifugalkraft des Massenmittelpunkts des Systems. Die Komponenten (35a) dieser Kraft sind bzw. gleich den partiellen Differentialquotienten der instantanen Rotationsenergie (34a) des Massenmittelpunkts nach den Koordinaten des letzteren oder auch gleich der Summe der nach den beweglichen Koordinaten der einzelnen Massenpunkte genommenen partiellen Differentialquotienten der instantanen Rotationsenergie der Masse.

§ 8. Wir wollen noch im Anschluss hieran zwei Beziehungen aufstellen, welche später benutzt werden sollen. Werden die Gleichungen (35) der Reihe nach mit p, q, r multipliziert, so folgt nach Addition die Beziehung:

$$(36) \qquad p\cdot\frac{1}{2}\omega^2\sum\frac{\partial I}{\partial x} + q\cdot\frac{1}{2}\omega^2\sum\frac{\partial I}{\partial y} + r\cdot\frac{1}{2}\omega^2\sum\frac{\partial I}{\partial z} = 0,$$

d. h. — was auch ohne weiteres selbstverständlich ist —, dass die

Digitized by Google

instantane Zentrifugalkraft des Massenmittelpunkts senkrecht auf der instantanen Achse steht.

Ausserdem setzen wir:

$$dI = \sum \frac{\partial I}{\partial x} dx + \sum \frac{\partial I}{\partial y} dy + \sum \frac{\partial I}{\partial z} dz; \tag{37}$$

dieser Ausdruck stellt die Änderung des instantanen Trägheitsmoments dar, (während welcher die Richtung der instantanen Achse konstant bleibt). Multiplizieren wir alle Glieder dieser Gleichung mit $\frac{1}{2}\omega^2$, so folgt, da $\frac{1}{2}\omega^2 \frac{\partial I}{\partial x}, \ldots$ die Komponenten der Zentrifugalkraft des Massenpunkts x, y. z sind, für ein System von Massenpunkten:

Die Abnahme der instantanen Rotationsenergie (bei konstanter Winkelgeschwindigkeit) ist gleich der Arbeit der Zentrifugalkräfte der einzelnen Massenpunkte.

§ 9. Werden die Ausdrücke:

$$\frac{p}{\omega} = \frac{\xi}{\sqrt{I}} \qquad \frac{q}{\omega} = \frac{\eta}{\sqrt{I}} \qquad \frac{r}{\omega} = \frac{\zeta}{\sqrt{I}} \tag{38}$$

$$\begin{aligned} \Sigma m (y^2 + z^2) &= A \\ \Sigma m (x^2 + z^2) &= B \\ \Sigma m (x^2 + y^2) &= C \\ \Sigma m y z &= D \\ \Sigma m x z &= E \\ \Sigma m x y &= F \end{aligned} \tag{39}$$

in (33) gesetzt, so lautet die Gleichung des der Zeit t entsprechenden Trägheitsellipsoids (mit dem Mittelpunkt in O), das wir das instantane Trägheitsellipsoid bezeichnen wollen:

$$A\xi^2 + B\eta^2 + C\zeta^2 - 2D\eta\zeta - 2E\xi\zeta - 2F\xi\eta = 1. \tag{40}$$

Die Koeffizienten A, B, C, ... sind keine Konstanten, da die Lage der Massenpunkte x, y, z mit der Zeit veränderlich ist. Jedem Zeitpunkt entspricht ein anderes Trägheitsellipsoid. Man kann sich nun in jedem Zeitpunkt eine dem veränderlichen Ellipsoid entsprechende veränderliche Form der Masse zugeordnet denken, durch deren Drehung im positiven Sinne um die instantane Achse die Energie $\frac{1}{2} I \omega^2$ erzeugt wird.

Für $C = o$, $D = o$ und $E = o$ z. B. gibt Gleichung (40) eine Ellipse; dieser ordnen wir eine ebene, um die instantane Achse

Digitized by Google

sich drehende Massenfläche zu, weil umgekehrt solche eine Trägheitsellipse ergibt. Durch Einführung einer solchen fingierten Form der Masse kann der durch (35) gegebene Teil der allgemeinen Bewegungsgleichungen versinnbildlicht werden, was sich bei manchen Problemen für die Vorstellung bequem erweisen kann.

§ 10. Mit Berücksichtigung der Gleichungen (23) und (35) lauten die allgemeinen Bewegungsgleichungen (22), ausgedehnt auf ein aus diskreten Punkten bestehendes Massensystem:

$$
\begin{aligned}
&\sum m \frac{d^2 x}{dt^2} = \sum X - \sum X_0 + \frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial x} - \\
&\qquad - \sum 2m\left(q\frac{dz}{dt} - r\frac{dy}{dt}\right) - \sum m\left(z\frac{dq}{dt} - y\frac{dr}{dt}\right) \\
(41)\quad &\sum m \frac{d^2 y}{dt^2} = \sum Y - \sum Y_0 + \frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial y} - \\
&\qquad - \sum 2m\left(r\frac{dx}{dt} - p\frac{dz}{dt}\right) - \sum m\left(x\frac{dr}{dt} - z\frac{dp}{dt}\right) \\
&\sum m \frac{d^2 z}{dt^2} = \sum Z - \sum Z_0 + \frac{1}{2}\omega^2 \sum \frac{\partial I}{\partial z} - \\
&\qquad - \sum 2m\left(p\frac{dy}{dt} - q\frac{dx}{dt}\right) - \sum m\left(y\frac{dp}{dt} - x\frac{dq}{dt}\right).
\end{aligned}
$$

Hiernach nehmen die Bewegungsgleichungen für die relative Bewegung dieselbe Form wie für die absolute Bewegung an, wenn zu den wirkenden äusseren Kräften ΣX, ΣY, ΣZ noch hinzugefügt wird:

1) die auf den Koordinatenanfang wirkende Kraft;

2) die instantane Zentrifugalkraft des Massenmittelpunktes;

3) die zusammengesetzte Zentrifugalkraft des Massenmittelpunktes;

4) die instantane Tangentialkraft des Massenmittelpunktes.

Für eine konstante Winkelgeschwindigkeit fällt diese Tangentialkraft, also das letzte Glied in den Bewegungsgleichungen, fort.

§ 11. Prinzip der lebendigen Kraft. Multiplizieren wir die zunächst für einen einzelnen Punkt x, y, z genommenen Gleichungen (41) der Reihe nach mit $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ und beachten (37) sowie die Beziehung für das Quadrat der relativen Geschwindigkeit eines einzelnen Punktes:

Digitized by Google

$$c^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2, \tag{42}$$

so ergibt sich, wenn wir noch der Kürze wegen die Bezeichnung (29) anwenden und die Betrachtung auf ein System von Massenpunkten ausdehnen:

$$d\left(\sum \frac{1}{2} mc^2\right) - \frac{1}{2}\omega^2 dI = \sum (X - X_0 - X_1)\, dx + \\ + \sum (Y - Y_0 - Y_1)\, dy + \sum (Z - Z_0 - Z_1)\, dz. \tag{43}$$

Die Änderung der gesamten Energie erscheint hier als die Summe der Änderung der relativen lebendigen Kraft $\sum \frac{1}{2} mc^2$ des Systems und der durch $-\frac{1}{2}\omega^2 dI$ gegebenen Änderung der instantanen Rotationsenergie. Wir haben uns demnach in jedem Augenblick die durch Translation der Masse erzeugte Energie im Betrage von $\sum \frac{1}{2} mc^2$ und die durch Rotation der Masse um die instantane Achse erzeugte Energie im Betrage von $\frac{1}{2}\omega^2 I$ zu denken, und zwar müssen wir uns dabei vorstellen, dass diese Rotation gerade in entgegengesetztem Sinne vorsichgeht wie die Rotation des beweglichen Achsensystems. Die gesamte äussere Arbeit setzt sich dann zusammen aus den Arbeiten: 1) der auf das Massensystem wirkenden äusseren Kraft; 2) der auf den Koordinatenanfang wirkenden Kraft (§ 4); 3) der instantanen Tangentialkräfte der einzelnen Massenpunkte.

Zu bemerken ist noch, dass die zusammengesetzte Zentrifugalkraft keine Arbeit leistet.

Die rechte Seite von (43) können wir noch anders schreiben, indem wir den Ausdruck für die Arbeit der Tangentialkraft unter Anwendung von (29) etwas umformen:

$$X_1\, dx + Y_1\, dy + Z_1\, dz = m(y\, dz - z\, dy)\frac{dp}{dt} + \\ + m(z\, dx - x\, dz)\frac{dq}{dt} + m(x\, dy - y\, dx)\frac{dr}{dt}, \tag{44}$$

und daher ist die Arbeit der instantanen Tangentialkraft eines

Digitized by Google

Massenpunktes gleich dem Produkt aus der Masse und Summe der Produkte der Projektionen der doppelten vom Radius vector beschriebenen Flächen und der Winkelbeschleunigung des beweglichen Achsensystems um die instantane Achse.

Mit Hilfe von (44) erhalten wir dann für (43):

$$(45)\quad d\left(\sum \frac{1}{2} mc^2\right) - \frac{1}{2}\omega^2 dI = \sum (X - X_0)\,dx + \\ + \sum (Y - Y_0)\,dy + \sum (Z - Z_0)\,dz - \frac{dp}{dt}\sum m\,(y\,dz - z\,dy) - \\ - \frac{dq}{dt}\sum m\,(z\,dx - x\,dz) - \frac{dr}{dt}\sum m\,(x\,dy - y\,dx).$$

Ist die Winkelbeschleunigung unabhängig von der Zeit, so fallen die drei letzten Glieder auf der rechten Seite fort, und es bleibt:

$$(46)\quad d\left(\sum \frac{1}{2} m c^2 - \frac{1}{2} I\omega^2\right) = \sum (X - X_0)\,dx + \\ + \sum (Y - Y_0)\,dy + \sum (Z - Z_0)\,dz.$$

In Worten: Die Änderung der gesamten kinetischen Energie, die gleich ist der Summe der kinetischen relativen Energie und der entgegengesetzten instantanen Rotationsenergie, ist gleich der Summe der Arbeiten der wirkenden äusseren und der auf den Koordinatenanfang wirkenden Kraft.

Die auf der rechten Seite der Gleichung (45) stehenden analytischen Ausdrücke finden wir bereits in der ersten Arbeit von Coriolis[1]) vor. Auch operiert Coriolis mit dem Ausdruck für das Trägheitsmoment des Körpers; er spezialisiert indes seine Betrachtung dadurch, dass er die beweglichen Achsen zu den Hauptträgheitsachsen des Körpers macht, wodurch ihm wahrscheinlich die Bedeutung der übrigen Glieder entgeht. Dieses fällt um so mehr auf, da Coriolis[2]) vorher den Ausdruck für die „vîtesse d'entraînement" des Punktes x, y, z aufstellt (d. i. einen Ausdruck, dessen Hälfte, mit der Masse des Punktes multipliziert, die lebendige Kraft des mit den beweglichen Achsen fest verbundenen Punktes ergibt); er bemerkt auch, dass der Ausdruck für „le moment virtuel" der

[1]) Coriolis l. c. **21**, p. 284.
[2]) Coriolis l. c. p. 285.

Digitized by Google

„force d'entraînement" (also c. p. der Arbeit dieser Kraft) gleich der Anderung der Hälfte der „vîtesse d'entraînement" ist, wenn bei dieser (relativen) Änderung nur x, y, z, nicht aber die Winkelgeschwindigkeit der beweglichen Achsen und deren Richtung variiert werden. Auf andere, später aufgestellte Ausdrücke für die lebendige Kraft, wie z. B. die von Lottner[1]), Bour[2]), Legoux[3]) u. A. sei hier weiter nicht eingegangen.

§ 12. Wir entwickeln noch ein zweites Integral der Bewegungsgleichungen (41), das wir in den hier folgenden Anwendungen benutzen werden.

Werden die Gleichungen (41) bzw. mit p, q, r multipliziert, so folgt unter Benutzung der Beziehungen (36) durch Addition:

$$p\sum m\frac{d^2x}{dt^2}+q\sum m\frac{d^2y}{dt^2}+r\sum m\frac{d^2z}{dt^2}=p\sum(X-X_0)+$$
$$+q\sum(Y-Y_0)+r\sum(Z-Z_0)+\left(r\frac{dq}{dt}-q\frac{dr}{dt}\right)\sum mx+$$
$$+\left(p\frac{dr}{dt}-r\frac{dp}{dt}\right)\sum my+\left(q\frac{dp}{dt}-p\frac{dq}{dt}\right)\sum mz. \quad (47)$$

Für konstante Winkelgeschwindigkeit fallen hierin die drei letzten Glieder fort, und wir haben:

$$p\sum m\frac{d^2x}{dt^2}+q\sum m\frac{d^2y}{dt^2}+r\sum m\frac{d^2z}{dt^2}=$$
$$=p\sum(X-X_0)+q\sum(Y-Y_0)+r\sum(Z-Z_0). \quad (48)$$

eine Gleichung, die in gewissen Fällen ohne weiteres integrabel ist.

Anwendungen.

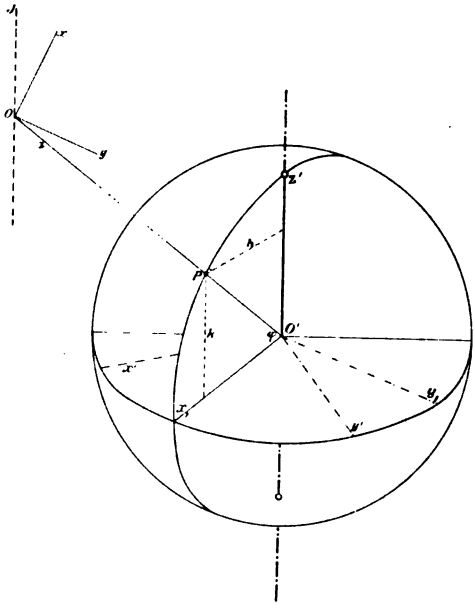
§ 1*. Die hier allgemein für relative Bewegung geltenden Sätze sollen jetzt auf den Foucaultschen Pendelversuch und das Problem der Bewegung eines Körpers an der Oberfläche der rotierenden Erde angewandt werden, und es mögen des Zusammenhangs halber einige bekannte Beziehungen, und zwar zunächst für einen Massenpunkt folgen:

[1]) Lottner, Crelle 54, p. 197; 1857.
[2]) Bour, Journal des mathém. pures et appliquées (2) 8, p. 1; 1863.
[3]) Legoux, Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse 8, J_1; 1894.

Digitized by Google

P (Fig.) sei ein Ort auf der nördlichen Hemisphäre und φ seine geographische Breite.

Der feste Koordinatenanfang sei der Mittelpunkt der als kugelförmig angenommenen Erde; die z' - Achse falle mit der als unbe-



weglich gedachten Erdachse zusammen und sei nach dem Nordpol gerichtet; die x' - und y' - Achse sollen in der Äquatorebene liegen, und zwar sei die erste in einer als Anfangslage gedachten Meridianebene, die zweite senkrecht zur letzteren und links gelegen, wenn längs $O'z'$ ein Beobachter gedacht wird, der zu seiner Rechten die x' - Achse hat. Lotrecht über dem Ort P sei der Koordinatenanfang O des beweglichen Achsensystems; die x - Achse sei die Schnittlinie der durch O gehenden Horizontalebene mit der Meridianebene und nach Norden gerichtet (parallel der Tangente in P an den Meridiankreis); die y - Achse liege in der Horizontalebene und sei nach Osten gerichtet, die z - Achse endlich falle in die Richtung der Erdschwere, nach dem Erdmittelpunkte. Es sei noch $O'(x_1, y_1, z_1)$ ein mit der Erde fest verbundenes Koordinatensystem, das zu Anfang mit dem absolut festen Koordinatensystem $O'(x', y', z')$ zusammenfällt. Es sei ferner ω die konstante Winkelgeschwindigkeit der Erde, und zwar positiv im Sinne von Westen nach Osten gerechnet.

Digitized by Google

Alsdann haben wir für die Systeme $O'(x', y', z')$ und $O'(x_1, y_1, z_1)$, wenn noch mit t die Zeit bezeichnet wird, das Transformationsschema:

	x_1	y_1	z_1	
x'	ωt	$\frac{\pi}{2} + \omega t$	$\frac{\pi}{2}$	(1*)
y'	$\frac{\pi}{2} - \omega t$	ωt	$\frac{\pi}{2}$	
z'	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$	o	

Sind h und k die Entfernungen des Koordinatenanfangs O (und gleichzeitig des Ortes P und eines jeden in dessen Nähe liegenden Punktes) von der Erdachse bzw. von der Äquatorialebene, so gilt für die Systeme $O'(x_1, y_1, z_1)$ und $O(x, y, z)$ das Transformationsschema:

	x	y	z	
$x_1 - h$	$\frac{\pi}{2} + \varphi$	$\frac{\pi}{2}$	$\pi - \varphi$	(2*)
y_1	$\frac{\pi}{2}$	o	$\frac{\pi}{2}$	
$z_1 - k$	φ	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} + \varphi$	

Aus den vorstehenden beiden Tabellen folgt für die Beziehungen zwischen den festen Koordinaten x', y', z' und den beweglichen x, y, z irgend eines Massenpunktes, indem gleich die Cos. der Winkel angeschrieben werden:

	x	y	z	
$x' - x_0$	$-\cos \omega t \sin \varphi$	$-\sin \omega t$	$-\cos \omega t \cos \varphi$	(3*)
$y' - y_0$	$-\sin \omega t \sin \varphi$	$\cos \omega t$	$-\sin \omega t \cos \varphi$	
$z' - z_0$	$\cos \varphi$	o	$-\sin \varphi$	

Dieses Transformationsschema gilt für das Problem eines jeden Punktes an der Oberfläche der rotierenden Erde, also auch für das Problem des Foucaultschen Pendelversuches, für das noch die Bedingungsgleichung

$$x^2 + y^2 + z^2 = l^2 \qquad (4^*)$$

hinzutritt, wo l die Länge des in O aufgehängten Fadenpendels

Digitized by Google

bedeutet; diese Gleichung besagt, der Massenpunkt sei gezwungen, sich auf einer Kugelfläche vom Radius l unter dem Einfluss der Erdbeschleunigung zu bewegen.

§ 2*. Indem wir das Transformationsschema (3*) mit (1) zusammenstellen, finden wir unter Benutzung von (5) für die Komponenten der Winkelgeschwindigkeit des beweglichen Achsensystems um die instantane Achse:

$$(5^*) \qquad p = \omega \cos \varphi, \qquad q = o, \qquad r = -\omega \sin \varphi.$$

Wir sehen, dass die durch O gehende instantane Achse, deren Richtungscosinusse

$$(6^*) \qquad \frac{p}{\omega} = \cos \varphi, \qquad \frac{q}{\omega} = o, \qquad \frac{r}{\omega} = -\sin \varphi$$

sind, stets parallel der Erdachse ist (also eine Gerade, die vom Koordinatenanfang O nach dem Polarstern gerichtet ist).

§ 3*. Für die Drehungsgeschwindigkeiten (25) des mit dem beweglichen Achsensystem zur Zeit t fest verbunden gedachten Massenpunktes x, y, z um die instantane Achse folgt:

$$(7^*) \qquad \begin{aligned} u &= \omega \sin \varphi \,.\, y \\ v &= -\omega \sin \varphi \,.\, x - \omega \cos \varphi \,.\, z \\ w &= \omega \cos \varphi \,.\, y. \end{aligned}$$

Diese Ausdrücke, mit dt multipliziert, ergeben die in der unendlich kleinen Zeit dt erfolgten Verschiebungen längs der Koordinatenachsen, und hierdurch (vgl. § 5) ist der Drehungssinn des beweglichen Koordinatensystems um die instantane Achse, nämlich von Westen über Süden nach Osten, festgestellt.

Diesem Sinne entgegengesetzt, also im Sinne Nord über Ost, dreht sich um die instantane Achse die Masse des Körpers, wobei die Energie $\frac{1}{2} I\omega^2$ erzeugt wird.

§ 4. Die auf den Massenpunkt wirkenden äusseren Kräfte X, Y, Z setzen sich aus folgenden Kräften zusammen [1]):

1) Der Erdattraktion, die gesetzt werde gleich der Resultierenden aus der in Richtung der Vertikalen angenommenen Erdschwere, deren Komponenten nach den beweglichen Achsen o, o, mg sind,

[1]) Vgl. z. B. Jullien, Problèmes de mécanique rationnelle, tome second, p. 229; Paris 1855.

Digitized by Google

und der entgegengesetzten, aus der Rotation der Erde entspringenden Zentrifugalkraft, deren Komponenten

$$m\,\omega^2 h \sin\varphi, \qquad o, \qquad m\,\omega^2 h \cos\varphi$$

sind.

Beide erwähnten Kräfte können für Punkte, die in der Nähe des Ortes P liegen, als konstant betrachtet werden, obwohl sie sich in Wirklichkeit bei einem sich bewegenden Körper von Punkt zu Punkt ändern.

2) Im Falle des Foucaultschen Pendels haben wir noch als äussere Kraft die Tension R des Fadens anzusehen, an dem der Massenpunkt befestigt ist (oder den äusseren Widerstand der Kugelfläche auf der sich der Massenpunkt bewegt). Die Komponenten dieser Kraft sind: $-R\frac{x}{l}$, $-R\frac{y}{l}$, $-R\frac{z}{l}$.

Wir haben demnach beim Foucaultschen Pendelversuch:

$$\begin{aligned} X &= m\,\omega^2 h \sin\varphi - R\frac{x}{l} \\ Y &= \qquad\qquad\qquad - R\frac{y}{l} \\ Z &= mg + m\,\omega^2 h \cos\varphi - R\frac{z}{l}, \end{aligned} \tag{8*}$$

worin für das Problem der Bewegung eines freien Punktes an der Erdoberfläche $R = o$ zu setzen ist.

§ 5*. Der Koordinatenanfang O hat die Koordinaten:

$$x_0 = h\cos\omega t, \qquad y_0 = h\sin\omega t, \qquad z_0 = k; \tag{9*}$$

daher

$$\frac{dx_0}{dt} = -h\omega\sin\omega t, \qquad \frac{dy_0}{dt} = h\omega\cos\omega t, \qquad \frac{dz_0}{dt} = o$$

und

$$\frac{d^2x_0}{dt^2} = -h\omega^2\cos\omega t, \quad \frac{d^2y_0}{dt^2} = -h\omega^2\sin\omega t, \quad \frac{d^2z_0}{dt^2} = o. \tag{10*}$$

Demnach erhalten wir nach (23) für die entgegengesetzte, auf den Koordinatenanfang O wirkende Kraft:

$$\begin{aligned} X_0 &= m\omega^2 h \sin\varphi \\ Y_0 &= o \\ Z_0 &= m\omega^2 h \cos\varphi. \end{aligned} \tag{11*}$$

Digitized by Google

Diese Kräfte sind die im Koordinatenanfang an der Masse m angebrachten Zentrifugalkräfte, die durch die Rotation der Erde um ihre Achse erzeugt werden. Die Erdschwere ist hiernach die Resultante aus der Erdattraktion und der auf den Koordinatenananfang wirkenden Kraft.

§ 6*. Für die zusammengesetzte Zentrifugalkraft von Coriolis finden wir nach (31):

$$(12^*)\quad \begin{aligned} X_c &= -2m\,\omega \sin\varphi \frac{dy}{dt} \\ Y_c &= 2m\,\omega\left(\sin\varphi \frac{dx}{dt} + \cos\varphi \frac{dz}{dt}\right) \\ Z_c &= -2m\,\omega \cos\varphi \frac{dy}{dt}. \end{aligned}$$

Die Richtung dieser Kraft erhält man nach der in § 6 aufgestellten Regel.

§ 7*. Für die Komponenten der durch Rotation des Massenpunktes um die instantane Achse erzeugten Zentrifugalkraft erhalten wir nach (35):

$$(13^*)\quad \begin{aligned} X_f &= m\,\omega^2 \sin^2\varphi \,.\, x + m\,\omega^2 \sin\varphi \cos\varphi \,.\, z \\ Y_f &= m\,\omega^2 y \\ Z_f &= m\,\omega^2 \cos^2\varphi \,.\, z + m\,\omega^2 \sin\varphi \cos\varphi \,.\, x. \end{aligned}$$

§ 8. Die Änderung der Bewegungsgrösse (29) kommt in diesem Falle garnicht vor, daher fallen die letzten Glieder auf der rechten Seite der Bewegungsgleichungen (41) fort, und wir erhalten für letztere:

$$(14^*)\quad \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= \omega^2 \sin^2\varphi \,.\, x + \omega^2 \sin\varphi \cos\varphi \,.\, z - 2\omega \sin\varphi \frac{dy}{dt} \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= \omega^2 y + 2\omega \sin\varphi \frac{dx}{dt} + 2\omega \cos\varphi \frac{dz}{dt} \\ \frac{d^2z}{dt^2} &= g + \omega^2 \cos^2\varphi \,.\, z + \omega^2 \sin\varphi \cos\varphi \,.\, x - 2\omega \cos\varphi \frac{dy}{dt}. \end{aligned}$$

Für den Foucaultschen Pendelversuch kommen noch rechts die Glieder $-R\frac{x}{l}$, $-R\frac{y}{l}$, $-R\frac{z}{l}$ hinzu. Die Gleichungen (14*) stimmen im wesentlichen mit den von Poisson[1]) aufgestellten

[1]) Poisson, Journal de l'École Polytechnique, cahier **26**, p. 15; 1838. Vgl. auch Jullien, l. c.

Digitized by Google

überein, wenn noch in diesen Gleichungen der Luftwiderstand fortgelassen wird.

§ 9*. Im folgenden betrachten wir statt eines Massenpunkts einen starren Körper, für dessen einzelne Massenpunkte die vorhin entwickelten Beziehungen gelten.

Zunächst erhalten wir für das Prinzip der lebendigen Kräfte nach Gleichung (46), indem wir die Ausdrücke (8*) und (11*) sowie die Bedingungsgleichungen (4*) benutzen:

$$d\left(\sum \frac{1}{2} m c^2 - \frac{1}{2} I \omega^2\right) = M g\, d z. \qquad (15^*)$$

Diese Beziehung gilt sowohl für das Problem der Bewegung eines Körpers an der Oberfläche der rotierenden Erde als auch für den Foucaultschen Pendelversuch. Für diese Probleme haben wir demnach:

Die Abnahme der gesamten lebendigen Kraft, die sich aus der relativen lebendigen Kraft und der entgegengesetzten instantanen Rotationsenergie zusammensetzt, ist gleich der vom Massenpunkt unter dem Einfluss der Erdschwere geleisteten Arbeit.

§ 10*. Werden die Ausdrücke (6*) in (34) eingesetzt, so ergibt sich für das instantane Trägheitsmoment:

$$I = \cos^2\varphi \,.\, \sum m(y^2 + z^2) + \sin^2\varphi \,.\, \sum m(y^2 + x^2) + \\ + 2 \sin\varphi \cos\varphi \sum m x z. \qquad (16^*)$$

Wird auf der instantanen Achse die Strecke $OI = \sqrt{\frac{1}{I}}$ abgetragen, so sind die Projektionen dieser Strecke auf Ox, Oy, Oz:

$$\frac{1}{\sqrt{I}} \cos\varphi = \xi, \qquad o, \qquad \frac{1}{\sqrt{I}} \sin\varphi = -\zeta. \qquad (17^*)$$

Werden diese Ausdrücke sowie die Abkürzungen:

$$\sum m(y^2 + z^2) = A, \quad \sum m(y^2 + x^2) = C. \\ \sum m x z = E \qquad (18^*)$$

in (16*) eingeführt, so folgt für das instantane Trägheitsellipsoid die Gleichung:

Digitized by Google

(19*) $$A\xi^2 + C\zeta^2 - 2E\xi\zeta = 1,$$

und wir sehen, dass dasselbe eine Ellipse ist, deren Mittelpunkt im Koordinatenanfang O liegt. Demnach können wir nach § 9 und § 11 einen Teil der Erscheinung auf eine um die instantane Achse mit der Winkelgeschwindigkeit der Erde sich im Sinne Nord über Ost drehende, mit der Masse M des Körpers belegte Ebene zurückführen, die in jedem Augenblick ihre Form ändert und infolge ihrer Drehung zur Zeit t die Energie $\frac{1}{2}\omega^2 I$ besitzt.

Indem wir die Rotation dieser ebenen Masse auf die Komponente nach der z — Achse, d. h. auf die Vertikale beziehen, können wir auch sagen:

Für einen Beobachter, der sich auf der nördlichen Hemisphäre an einem Orte unter der geographischen Breite φ befindet, wird jedenfalls ein Teil des durch die hier in betracht kommenden Bewegungsgleichungen gegebenen Phänomens dadurch charakterisiert, dass sich eine ebene Masse um die Vertikale mit der Winkelgeschwindigkeit

(20*) $$\omega \sin \varphi$$

in der Richtung von Nord über Ost dreht.

Am Nordpol, wo $\varphi = 90^0$, fällt die instantane Achse mit der Erdachse zusammen, und für den Beobachter dreht sich die ebene Masse in 24 Stunden um die Vertikale einmal ganz herum. Am Äquator, wo $\varphi = 0^0$, findet das Phänomen der sich drehenden ebenen Masse um die Vertikale überhaupt nicht statt.

§ 11*. Zu den in § 4* aufgeführten, auf den Massenpunkt wirkenden Kräften können noch andere Kräfte, z. B. die erdmagnetische Kraft oder der Luftwiderstand, hinzugefügt werden; dann kommt im Prinzip der lebendigen Kraft zu der gegen die Erdschwere noch die gegen diese anderen Kräfte geleistete Arbeit hinzu; auch wird hierdurch im allgemeinen Falle die relative Geschwindigkeit c und das Trägheitsmoment I eine Änderung erfahren, aber das durch das Glied $\frac{1}{2} I \omega^2$ charakterisierte Phänomen bleibt in jedem Fall erhalten, so dass die Drehung der ebenen Masse von äusseren Kräften überhaupt unabhängig ist.

§ 12*. Das hier beschriebene Phänomen findet sowohl beim Foucaultschen Pendelversuch wie bei der Bewegung eines freien

Digitized by Google

Körpers an der Oberfläche der Erde statt. Die bekannte Erscheinung beim ersteren, die man als die „Drehung der Schwingungsebene“ bezeichnet, findet auf diese Weise eine einfache Darstellung. Dabei ist die Frage nach der Amplitude der Schwingungen gleichgiltig.

Bisher hat man bei der Theorie des Foucaultschen Pendelversuchs in den allgemeinen (Poissonschen) Bewegungsgleichungen (14*), dem Beispiele von Binet[1]) folgend, gerade die mit dem Quadrat der Winkelgeschwindigkeit der Erde verbundenen Glieder stets vernachlässigt und allein diejenigen Glieder gelassen, welche die Coriolissche Kraft repräsentieren; mit anderen Worten, man hat die „Drehung der Schwingungsebene“ der Zentrifugalkraft von Coriolis zugeschrieben. Poisson[2]) selbst hat an eine solche Wirkung der Coriolisschen Kraft nicht geglaubt: „En calculant cette dernière force (perpendiculaire au plan des oscillations) on trouve qu'elle est trop petite pour écarter sensiblement le pendule de ce plan, et avoir aucune influence appréciable sur son mouvement“.

In Wirklichkeit liegt nun der Grund, weshalb die Coriolissche Kraft eine „Drehung der Schwingungsebene“ nicht bewirken kann, in folgendem: Denken wir uns, dass sich die am Faden befestigte Masse z. B. in der Meridianebene zunächst nach Norden hin bewege; dann wirkt, indem wir die in § 6 gegebene Regel anwenden, die Coriolissche Kraft nach Osten. Wenn nun die Masse nach der entgegengesetzten Seite, also nach Süden schwingt, dann wirkt die Coriolissche Kraft, da die Achse der Winkelgeschwindigkeit stets dieselbe Richtung beibehält, nunmehr entgegengesetzt wie vorhin (nach Westen), und wir sehen, dass eine „Drehung der Schwingungsebene“ in einem und demselben Sinne durch die Coriolissche Kraft überhaupt nicht möglich ist. Die für unendlich kleine Schwingungen gemachten Näherungsrechnungen gelten nur für einen Teil der unendlich kleinen Schwingung, also für eine Zeit, in der nicht einmal eine wirkliche Schwingung erfolgt. Auf die Unzulänglichkeit des üblichen elementaren Beweises der „Unveränderlichkeit der Schwingungsebene“, „der kaum für eine unendlich kleine Zeit und höchstens dafür allein giltig ist“, macht be-

[1]) Binet, Comptes rendus, **32**, p. 197; 1851.
[2]) Poisson, l. c. p. 24.

Digitized by Google

sonders O. Röthig[1]) in einer historisch-didaktischen Studie „Ueber den Foucaultschen Pendelversuch“ aufmerksam, doch scheint diese Studie und noch andere Schriften[2]) keine Beachtung gefunden zu haben.

Die Untersuchungen von Résal[3]) und Weihrauch[4]), welche zeigen sollen, dass die „Drehung der Schwingungsebene“ unabhängig vom Luftwiderstand ist, beweisen nur, dass bei Erscheinungen, für welche die Näherungsrechnungen gelten, die Wirkung der Coriolisschen Kraft, die bald nach dieser bald nach jener Seite wirkt, von einer speziellen Form des Luftwiderstandes nicht beeinflusst wird; dagegen können sie nicht als Beweis für die Unabhängigkeit vom Luftwiderstand des beim Foucaultschen Pendelversuch stattfindenden Phänomens angesehen werden.

In unserer Auffassung des Foucaultschen Pendelversuches nähern wir uns Ideen, welche von Poinsot[5]) über diesen Gegenstand in demselben Bande der „Comptes Rendus“ niedergelegt sind, in welchem Foucault die erste Nachricht über seinen Pendelversuch bringt:

„Je remarque d'abord que le phénomène dont il s'agit dans cette expérience ne dépend au fond, ni de la gravité, ni d'aucune autre force. Le mouvement qu'on observe dans le plan d'oscillation d'une pendule simple, et par lequel ce plan paraît tourner autour de la verticale dans le même sens que les étoiles et qui ferait ainsi un tour entier en vingt-quatre heures si l'on était au pôle, et ne fait de ce tour qu'une fraction marquée par le sinus de la latitude du lieu où l'on fait l'expérience; ce mouvement, dis-je, est un phénomène purement géométrique, et dont l'explication doit être donnée par la simple géométrie, comme l'a fait M. Foucault, et non par des principes de dynamiques, qui n'y entrent pour rien“.

Wenn auch der Ausgangspunkt der hier dargelegten Betrachtung in den Prinzipien der Dynamik wurzelt, so wird doch das Phänomen selbst auf die Betrachtung des Trägheitsmomentes einer Masse zurückgeführt, und dieses ist ein rein geometrisches Phänomen.

[1]) O. Röthig, Zeitschrift für Mathematik und Physik, **24**, p. 156; 1879.
[2]) Vgl. auch Schellbach, Neue Elemente der Mechanik, p. 248; Berlin 1860.
[3]) Résal, Traité de cinématique pure, p. 341, Paris 1862.
[4]) Weihrauch, Exners Repertorium der Physik, **22**, p. 675; 1886.
[5]) Poinsot, Comptes Rendus, **32**, p. 206; 1851.

Digitized by Google

§ 13*. Die nunmehr folgende Erörterung bilde einen Beitrag zu dem Problem der südlichen Abweichung eines ohne Anfangsgeschwindigkeit frei fallenden Körpers. Dieses Problem war zu verschiedenen Malen neben dem der östlichen Abweichung ein Gegenstand eifriger und mühevoller Untersuchungen. Es soll versucht werden, dasselbe auf das hier beschriebene Foucaultsche Phänomen zurückzuführen.

Auf den Vorschlag von Newton[1]), der nur eine östliche Abweichung vermutete, hat im Jahre 1679 Hook in London aus einer Höhe von 27 Fuss eine Kugel fallen lassen und „zeigte, wie viel die Kugel östlich und südlich von der Senkrechten abgewichen war". „Nach 112 Jahren unternahm es Guglielmini[2]), ein junger Geometer, in Bologna diese Versuche auf dem dortigen Turm degli Asinelli[3]), berühmt durch Versuche von Riccioli[4]), anzustellen", und zwar „nicht etwa oberflächlich wie Dr. Hook, sondern mit aller Genauigkeit, welche diese sehr feinen Versuche erforderten". Aus 16 Versuchen findet Guglielmini eine östliche Abweichung von 8,375 und eine südliche von 5,272 par. Linien. Inzwischen hat Laplace[5]) in der Abhandlung: „Mémoire sur le mouvement d'un corps qui tombe d'une grande hauteur" gezeigt, dass nur eine östliche und keine südliche Abweichung stattfinden könne. Unter dem Einfluss dieser Abhandlung erscheint nunmehr Guglielmini die Beobachtung der südlichen Abweichung zweifelhaft, und er schreibt (1803) an Benzenberg, er habe in seinem Werke von 1792 bewiesen, „dass im Vacuo keine

[1]) Vgl. das Werk von Joh. Fried. Benzenberg, Versuche über das Gesetz des Falls, über den Widerstand der Luft und über die Umdrehung der Erde nebst der Geschichte aller früheren Versuche von Galiläi bis auf Guglielmini. Dortmund 1804. 442 S.

Ferner: Benzenberg, Versuche über die Umdrehung der Erde. Aufs Neue berechnet. Düsseldorf 1845. 48 S.

Vgl. auch: F. Rosenberger, die Geschichte der Physik u. s. w. 3, p. 433; Braunschweig 1887—90.

[2]) Sein Werk: Io. Baptistae Guglielmini de diurno terrae motu, experimentis, mathematicis confirmato, opusculum Bonania 1792. 90 S.

[3]) 300 par. Fuss hoch.

[4]) Ein eifriger Gegner des Kopernik.

[5]) Laplace, Bulletin des Sciences, Par la Société Philomatique de Paris. Tome troisième. Prairial an 11 de la République. Nr. 75, p. 109; 1791.

Auch in Benzenberg (1804) p. 388.

Digitized by Google

Abweichung nach Süden stattfinde", und versucht nun weiter zu beweisen, „dass auch keine in der Luft stattfindet".

Im J. 1802 hat Benzenberg auf dem Michaelis-Turm zu Hamburg neue Versuche angestellt und bei einer Fallhöhe von 235 par. Fuss die Abweichung von 4 par. Linien nach Osten und 1,5 par. Linien nach Süden gefunden. Ein Jahr später wiederholte er diese Versuche in einem Kohlenschacht zu Schlebusch in der Grafschaft Mark und fand jetzt bei einer Fallhöhe von 262 par. Fuss eine östliche Abweichung von 5.05 par. Linien. „Was nun die Abweichung nach Süden betrifft, so war sie nach Norden 0,07 par. Linien, welches Fehler der Versuche sind, also die nach Süden war aufgehoben". Benzenberg schickte seine Beobachtungen zur Berechnung an seinen Freund Dr. Olbers in Bremen. „Dieser hatte seine Theorie an Dr. Gauss in Braunschweig mitgeteilt". Gauss[1]) „entwickelte das Problem auf's Neue aus den allgemeinen Grundsätzen der Mechanik, und fand, dass die Theorie keine Abweichung nach Süden gebe". Die von Gauss aufgestellten „Fundamentalgleichungen für die Bewegung schwerer Körper auf der rotierenden Erde" sind, um es kurz zu sagen, dieselben, welche aus den Poissonschen Gleichungen (vgl. 14*) hervorgehen, wenn in diesen die Glieder mit ω^2 weggelassen werden. Der von Gauss in dieser Abhandlung vertretenen Meinung in bezug auf die südliche Abweichung hat sich auch Olbers angeschlossen. „Bey der Abweichung nach Süden waren" demnach „La Place, Gauss und Olbers darüber einig, dass nach der Theorie keine Statt finden könne". Diese „drey berühmte Namen" haben Benzenbergs Glauben an die südliche Abweichung tief erschüttert, und er sieht sich veranlasst zu erklären, dass alle seine Versuche fehlerhaft sein können, „aber sonderbar" — fügt er hinzu — „bleibt doch immer diese Tendenz der Fehler nach Süden".

Mit diesen letzten Worten schliesst auch Reich[2]) seine Betrachtungen über die südliche Abweichung, die er im Betrage von 4,374 mm neben der östlichen von 28,396 mm bei seinen Fallversuchen im Dreibrüderschacht bei Freiberg i. S. im J. 1831 ermittelt hat.

[1]) C. F. Gauss, Werke, V. Band p. 495. Göttingen 1877. Auch in Benzenberg. l. c. p. 349 und 363.

[2]) F. Reich, Fallversuche über die Umdrehung der Erde u. s. w. Freiberg 1832 Poggendorffs Annalen **29**, p. 494; 1833.

Digitized by Google

§ 14*. Bei diesen Versuchen konnte man die beobachteten Werte für die östliche Abweichung stets gut mit der Theorie in Übereinstimmung bringen, dagegen bemühte man sich vergebens, die südliche Abweichung theoretisch zu erschliessen. Von den erwähnten Theorien von Laplace und Gauss sowie späteren von Poisson[1]) u. A.[2]) gilt dasselbe, was oben beim Foucaultschen Pendelversuch gesagt wurde, d. h. die gemachten Beobachtungen wurden der Wirkung der Coriolisschen Kraft zugeschrieben.

Für die östliche Abweichung ergibt sich auch in der Tat nach der in § 6 erwähnten Regel, dass in diesem Falle die Coriolissche Kraft nach Osten wirkt. (Streng genommen, wirkt die Coriolissche Kraft genau nach Osten nur in dem Punkte, in welchem der Körper losgelassen wird; die relative Geschwindigkeit des Körpers ist nach der Vertikalen und die Achse der instantanen Rotation nach dem Polarstern gerichtet. Wenn aber die östliche Deviation bereits eingetreten ist, so fällt die relative Geschwindigkeit nicht mehr mit der Vertikalrichtung zusammen, und die Coriolissche Kraft wirkt nicht mehr genau nach Osten, sondern es tritt eine jedenfalls unendlich kleine Komponente auch nach Süden auf. So erklären sich auch die von Gauss und Poisson aus den Näherungsgleichungen berechneten Werte für die südliche Abweichung. Indes wird diese von beiden zur Erklärung der Beobachtungen wegen ihrer enormen Kleinheit ausdrücklich nicht benutzt).

Gewöhnlich wird für die östliche Abweichung eine andere, von Newton[3]) herrührende Erklärung angeführt: Nach dieser soll die eigentliche Ursache der östlichen Abweichung darin bestehen, dass der z. B. im Koordinatenanfang O losgelassene Körper die seiner Anfangslage entsprechende östliche Umfangsgeschwindigkeit der Erddrehung erhält, die grösser als diejenige des Fusspunktes der Vertikalen ist, und daher diesem Punkte nach Osten voraneilt. Allein diese Idee kommt in den Bewegungsgleichungen (14*) garnicht zum Ausdruck. Die Erklärung der östlichen Abweichung kann hiernach, wie dieses bereits geschehen, nur vermittels der Coriolisschen Kraft gegeben werden.

[1]) Poisson, l. c.
[2]) Vgl. auch Lehrbücher.
[3]) Vgl. Benzenberg, (1804), p. 260.

Digitized by Google

Ist v die vertikale Geschwindigkeit des sich abwärts bewegenden Körpers, so ist der Hauptanteil der Coriolisschen Kraft gleich $2 m v \omega \cos \varphi$ (vgl. 12*). und die Grösse der Abweichung wird in erster und genügender Annäherung durch die Gleichung gegeben:

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = 2 m v \omega \cos \varphi ; \tag{21*}$$

da $v = gt$ ist, so folgt die Formel von Gauss:

$$y = \frac{1}{3} \omega \cos \varphi \, g t^3$$

oder, da $t^2 = \frac{2z}{g}$ ist, die Formel von Laplace:

$$y = \frac{2}{3} \omega \cos \varphi \, z \sqrt{\frac{2z}{g}} . \tag{22*}$$

§ 15*. Was nun die südliche Abweichung betrifft. so kann diese ausser in der vorhin erwähnten kleinen südlichen Komponente der Coriolisschen Kraft noch in dem hier beschriebenen Foucaultschen Phänomen. d. i. in der Rotation des fallenden Körpers um die Vertikale mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega \sin \varphi$ gesucht werden. Theoretisch findet demnach eine südliche Abweichung statt. aber es dürfte wohl schwer gelingen, das hier beschriebene Foucaultsche Phänomen durch das Experiment der fallenden Körper darzustellen. Der von Reich zwar angegebene, doch keineswegs als sicher hingestellte Wert von etwa 4 mm ist für die hier in Frage kommende südliche Abweichung gewiss zu gross. Diese Abweichung würde einer Drehung „der ebenen Masse" um die Vertikale um $tg \psi = \frac{4{,}374}{28{,}396}$, also $\psi = ca\, 8^0$ in 6 Sekunden entsprechen. d. h. um denjenigen Winkel, den ein Foucaultsches Pendel in Freiberg etwa in $^3/_4$ Stunden beschreiben würde. In 6 Sekunden beschreibt das Pendel (für $\varphi = 50^0$ und 12^0 für die Stunde gerechnet) einen Winkel von 0.02^0; d. i., in Bogenmass ausgedrückt, gleich 0.00035; wird diese Abweichung auf einen Bogen, dessen Radius gleich der von Reich beobachteten östlichen Abweichung von etwa 28 mm ist, bezogen, so erhält man für die südliche Abweichung etwa 0.01 mm, d. h. einen Wert, der zwar doppelt[1]) so gross als der

[1]) Wird die südliche Abweichung (x) gleich der Länge des Bogens gesetzt, dessen Radius gleich der Grösse der östlichen Abweichung (y) ist, so ist

Digitized by Google

von der kleinen Komponente der Coriolisschen Kraft nach Süden herrührende ist, aber doch ganz im Bereich der Beobachtungsfehler liegt.

Dieselbe Grössenordnung (0,01 mm) für die südliche Abweichnng findet Bertram[1]) für 10 Sekunden Falldauer und $\varphi = 45^0$ Breite, wenn die Erde nicht als Kugel sondern als Rotationsellipsoid angesehen und im übrigen nur die Coriolissche Kraft berücksichtigt wird. „Noch andere Resultate ergeben sich" nach Helmert[2]), unter Zugrundelegung der Gaussischen Gleichungen, „wenn man auf die infolge der Abweichung von der Kugelbeschaffenheit stattfindende Krümmung der Kraftlinien Rücksicht nimmt und wenn man die Abweichung nicht gegen die Lotrichtung des Anfangspunktes, sondern gegen ein daselbst hängendes bis zum Niveau des Erdpunktes reichendes Lot misst. Die Grössenordnung der Resultate ist aber in diesen Fällen dieselbe wie beim Gaussischen Resultat".

§ 16*. Das in § 12 entwickelte Integral (47) lässt den Zusammenhang zwischen der Dauer des Falles und der südlichen Abweichung erkennen.

Werden für p, q, r die Werte (5*) sowie die Beziehung (8*) für $R = o$ und (11*) in Gleichung (47) gesetzt, so folgt für den einzelnen Massenpunkt:

$$\cos\varphi \frac{d^2x}{dt^2} - \sin\varphi \frac{d^2z}{dt^2} = -g \sin\varphi . \tag{23*}$$

Der Körper sei in dem Koordinatenanfang O losgelassen, dann ist der Anfangszustand zur Zeit $t = o$ durch die Beziehungen

$$x = y = z = o$$
$$\frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt} = \frac{dz}{dt} = o \tag{24*}$$

gegeben. Alsdann folgt aus (23*) nach zweimaliger Integration:

$$t^2 = \frac{2(z - x \operatorname{ctg}\varphi)}{g} . \tag{25*}$$

$x = y . \omega t \sin\varphi$, und da $y = \frac{1}{3} g \omega t^3 \cos\varphi$, so folgt $x = \frac{1}{3} g \omega^2 t^4 \sin\varphi \cos\varphi$, und der von Gauss berechnete Wert ist genau die Hälfte von diesem.

[1]) H. Bertram, Probleme der Mechanik in Bezug auf die Variation der Schwere und die Rotation der Erde. Jahresbericht d. Städt. höheren Bürgerschule, Berlin 1869.

[2]) Helmert, Meteorologische Zeitschrift, 2, p. 312; 1885.

Digitized by Google

Für $x = o$ erhält man die bekannte Beziehung, wenn die Erdrotation nicht berücksichtigt wird, und da für die südliche Abweichung x ein negativer Wert zu setzen ist, so tritt infolge der südlichen (aber nicht der östlichen) Abweichung eine Verlängerung der Fallzeit ein. Selbstverständlich wird ausserdem die Fallzeit durch andere Kräfte (z. B. Luftwiderstand), die in dem Integral (47) in ΣX, ΣY, ΣZ ausser der Erdschwere enthalten sein können, auch verändert. Auf diesen Umstand mag auch die von Reich gefundene grössere Fallzeit $t = 6{,}0$ sec zurückgeführt werden, während t, für $x = o$ nach (23*) berechnet, sich zu $5{,}7$ sec. ergibt.

§ 17*. Es mögen nunmehr noch einige andere Beispiele erwähnt werden, bei denen neben der Coriolisschen Kraft das Foucaultsche Phänomen, allerdings mehr theoretisch, in Frage kommt; der Beobachter befinde sich dabei auf der nördlichen Hemisphäre.

1. Ein senkrecht nach oben geworfener Körper erfährt (infolge der Coriolisschen Kraft), wie bekannt, eine Abweichung nach Westen. Nach dem hier Dargelegten findet wegen des Foucaultschen Phänomens gleichzeitig eine Abweichung nach Norden statt.

2. Bei einem Wurf in beliebiger Richtung erfolgt durch die Kraft von Coriolis eine Abweichung des geworfenen Körpers stets nach der rechten Seite des Werfenden; zu dieser Abweichung tritt noch die durch das Foucaultsche Phänomen bedingte, ganz unmerkliche Abweichung hinzu. Ausserdem muss natürlich als äussere Kraft noch der Widerstand der Luft eingeführt werden, so dass die gesamte Abweichung von diesem Faktor sehr abhängig ist [1]).

3. Man [2]) hat versucht, den Seitendruck der Eisenbahnzüge auf die Schienen einer geradlinigen Bahn durch das Foucaultsche Phänomen zu deuten. Hierbei kommt dieses praktisch garnicht in Frage. Sind nämlich Ξ, H die horizontalen Komponenten des Schienenwiderstandes, so berechnet sich dieser nach den Gleichungen (12) für eine mit konstanter Geschwindigkeit c fahrende

$$(26^*)\qquad \begin{aligned} \Xi &= m\omega^2 \sin\varphi \,.\, x - 2m\omega \sin\varphi \,.\, \frac{dy}{dt} \\ H &= m\omega^2 y \qquad\quad + 2m\omega \sin\varphi \,.\, \frac{dx}{dt} \,. \end{aligned}$$

[1]) Wegen Literaturangabe vgl. auch: Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, 4, C. Cranz, Ballistik, Leipzig 1903.

[2]) Vgl. H. C. E. Martus, Astronomische Geographie, S. 200; Leipzig 1888.

Digitized by Google

Lokomotive (Masse m), wobei der Ort P als Koordinatenanfang genommen werde, aus:

Die Wirkung auf die Schienen im Punkte x, y erhält man, indem man die beiden Gleichungen einzeln quadriert und dann addiert, wobei aber — wie man sieht — die Glieder mit ω^2, welche das Foucaultsche Phänomen repräsentieren, ganz ausser Betracht kommen. Diese Grundlage zur Berechnung des Schienenwiderstandes hat bereits Braschmann[1]) angegeben. Die von Martus beschriebene rechtsseitige stärkere Einwirkung auf der Hamburg-Harburger Eisenbahn sowohl auf die Lokomotivräder wie auf die Schienenwanderung, kann nur durch die Coriolissche Kraft verursacht worden sein, und für den Seitendruck D erhält man aus (26*) den Wert

$$D = 2mc\omega \sin\varphi. \tag{27*}$$

Das von Martus angewandte Raisonnement bildet gewissermassen den Versuch, aus dem Foucaultschen Phänomen die Kraft von Coriolis zu erschliessen, was aber unmöglich ist, ebenso wie das Umgekehrte, aus der letzteren die „Drehung der Schwingungsebene" des Pendels zu erweisen.

Ein mit der Theorie der relativen Bewegung eng verknüpftes und für die Technik jedenfalls wichtigeres Problem als das eben erwähnte bildet die neuerdings von F. Kötter[2]) — unter Benutzung des von Klein und Sommerfeld in der Kreiseltheorie angewandten Impulsbegriffes — behandelte „Kreiselwirkung der Räderpaare bei regelmässiger Bewegung des Wagens in kreisförmigen Bahnen".

4. Um einen Unterschied zwischen der Coriolisschen Kraft und dem Foucaultschen Phänomen hervorzuheben, sei noch die folgende Tatsache bemerkt: Lässt man z. B. in der Umgebung des Nordpols auf der reibungslos gedachten Erdoberfläche eine Kugel nur unter dem Einfluss der Coriolisschen Kraft ($2mc\omega$) mit

[1]) Braschmann, Comptes Rendus (Paris) **53**, p. 1068; 1861.

Vgl. auch: F. Klein und A. Sommerfeld, Über die Theorie des Kreisels, Heft I, p. 189; Leipzig 1877.

Ferner: A. Ritter, Lehrbuch der analytischen Machanik, p. 153; Leipzig 1883.

[2]) Fritz Kötter, Sitzungsberichte der Berliner Mathematischen Gesellschaft, **3**, p. 36; 1904.

Digitized by Google

der konstanten Geschwindigkeit c rollen, so beschreibt die Kugel einen Kreis, dessen Mittelpunkt stets auf der rechten Seite der Bahn gelegen ist, und die Zeit eines Umlaufs beträgt 12 Stunden Sternzeit, also genau die Hälfte der Zeit, welche die Schwingungsebene eines Foucaultschen Pendels zu einer vollen, stets in einem und demselben Sinne erfolgenden Umdrehung am Nordpol braucht.

5. Wie bekannt, hat Hadley den Einfluss der Erdrotation auf die Luftströmungen durch die ungleiche Rotationsgeschwindigkeit der verschiedenen Breiten erklärt. Diese Deutung hat man in der Meteorologie bereits aufgegeben. „Die ablenkende Kraft der Erdrotation", welche die Grundgleichungen von Guldberg und Mohn enthalten, ist die horizontale Komponente der zusammengesetzten Zentrifugalkraft von Coriolis; nur darf diese nicht als die Ursache des Foucaultschen Phänomens angesehen werden [1]).

6. Es ist ferner bekannt, dass viele Flüsse der nördlichen Hemisphäre ihren Unterlauf (von der Quelle aus gesehen) mehr nach rechts verlegen, und deren rechtes Ufer, stärker als das linke erodiert, unmittelbar von Hügelreihen begrenzt wird, während das linke Ufer von einem ziemlich breiten Streifen flachen Landes umgeben ist (Gironde, Weser, Elbe, Oder, Weichsel, Niemen, Dniepr, Wolga, Hoang-ho, Ganges u. a.). Auch diese Erscheinung auf der rotierenden Erde kann nicht durch die ungleiche Rotationsgeschwindigkeit der Breiten gedeutet werden, eine Hypothese, welche zuerst Baer [2]) für die Uferbildung aufgestellt hat. Die Wirkung „der ablenkenden Kraft der Erdrotation", also der Coriolisschen Kraft, haben in dieser Beziehung bereits Braschmann [3]), Sprung [4]), Klein und Sommerfeld [5]) u. A. hervorgehoben. Neben anderen Einflüssen mag noch hierbei namentlich bei der Verlegung des Laufes vieler Flüsse, das Foucaultsche Phänomen ins Spiel treten, das — wie wir gesehen haben — von äusseren Kräften, also

[1]) Vgl. z. B. Julius Hann, Lehrbuch der Meteorologie, S. 418 ff; Leipzig 1901.

[2]) Karl Ernst v. Baer, Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, t. II, p. 318, 353; 1860.

[3]) Braschmann, l. c.

[4]) A. Sprung, Wied. Annalen, **14**, p. 138; 1881.

[5]) F. Klein und A. Sommerfeld, . c. p. 184.

Digitized by Google

auch vom Widerstand des Sandes und Windes, ganz unabhängig fortdauert [1]).

Charlottenburg, September 1904.

---

43. M. J. MOROZEWICZ m. c. **O beckelicie, cero-lantano-dydymo-krzemianie wapnia.** *(Über Beckelith, ein Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium).* *(Sur la béckélite, un céro-lanthano-didymo-silicate de calcium).*

(Planche XII).

Vor etwa zwei Jahren veröffentlichte ich in „Tschermaks Mineralogischen und petrographischen Mittheilungen" (XXI, 3, 1902) eine Abhandlung, in der ich die Charakteristik eines besonderen Elaeolithsyenit-Gesteins angegeben habe, das durch die spezielle Benennung als Mariupolit unterschieden wird und eines der petrographischen Elemente der Azowschen Granittafel bildet. Meine beinahe ein ganzes Jahr dauernde Reise nach den Komandor Inseln und ferner andere Veröffentlichungen mehr amtlichen Charakters waren die Veranlassung, dass ich die begonnenen Studien dieses interessanten geologischen Gebildes unterbrochen habe, so dass ich dieselben erst zu Anfang d. J., kurz vor meiner Abreise von Petersburg nach Krakau fortsetzen konnte.

Diesmal lenkte meine Aufmerksamkeit eine der zahlreichen Gang-Apophysen des Mariupolits auf sich, welche aus der Balka Wali-Tarama stammt und eine ausgesprochene Porphyrstruktur durch vollkommen ausgebildete Nephelin- und Magnetit-Kristalle zeigt, die durch zuckerartige Albitmasse zusammengekittet sind. In dieser konnte man schon mit blossem Auge Körner und Kriställchen von wachsbrauner Farbe, mit muscheligem Bruch von manchmal hexagonalem Bruchabriss bemerken, welche schon ihrem Äusseren nach vermuten liessen, dass sie einem der seltenen Minerale, insbesondere dem Pyrochlor oder Eukolit angehören, welche in den Elaeolithsyeniten des Ural, Skandinaviens, Lapplands und anderer Länder vorkommen.

Durch das Mikroskop liess sich in der Tat nachweisen, dass

[1]) Vgl. H. Credner, Elemente der Geologie, p. 232; Leipzig 1897.
A. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde, p. 647; Leipzig 1903.

Digitized by Google

diese Gang-Varietät des Mariupolits aus Nephelin, Albit, Aegirin und zuweilen aus porphyrischem Magnetit zusammengesetzt ist, der hier den Lepidomelan ersetzt, und ferner aus dem hellgelben, oben erwähnten Mineral wie auch aus einem farblosen, sehr stark lichtbrechenden und mir ganz unbekannten Mineral x [1]). Das gelbe Mineral, welches abgesehen von grossen Körnern auch in Form von zahlreichen kleinen Oktaëdern und Dodekaëdern auftritt, zeigte sich im polarisierten Lichte isotrop, wodurch die Möglichkeit, dass es dem Pyrochlor angehöre, wahrscheinlicher wurde, dagegen die Vermutung, dass es dem Eukolit ähnlich sei, beseitigt wurde.

Schon die Vergleichung des gelben Minerals mit dem uralischen Pyrochlor bewies, dass der letztere jenes an Glanz und Lichtbrechungsvermögen übertrifft. Die grösseren Körner und Kristalle unseres Minerals weisen eine ganz deutliche kubische Spaltbarkeit auf, während Pyrochlor sie in einem solchen Masse nicht aufweist, und ist dies auch der Fall, dann ist die Spaltbarkeit eine oktaëdrische.

Diese Merkmale liessen daran zweifeln, ob das in Rede stehende Mineral mit dem Pyrochlor identisch ist, und machten eine nähere Untersuchung seiner physichen und chemischen Eigenschaften notwendig. Diese Nachforschungen ergaben folgende Resultate:

Das Lötrohr. Das besprochene Mineral ist in der Lötrohrflamme unschmelzbar. Geschmolzenes Phosphorsalz löst es leicht auf, indem es eine durchsichtige, fast farblose oder nur leicht gelblichgrün gefärbte Perle liefert. Diese Farbe bewahrt die Perle sowohl in der oxydierenden wie auch reduzierenden Flamme. Verfahren wir in derselben Weise mit dem Pyrochlor, so gibt dieser in der reduzierenden Flamme eine dunkelbraune Perle. Mittelst des Lötrohrs liess sich also der oben vermutete Unterschied vom Pyrochlor entschieden feststellen.

Die Isolierung. Zur weiteren Untersuchung des Minerals war es unumgänglich notwendig, dasselbe aus dem Gestein in hinreichender Menge auszuscheiden, um eine vollständige chemische Analyse durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurden auf mechanischem Wege reine oder in Albitmasse eingefasste Stückchen des Minerals ausgewählt und das Gemenge nach entsprechender Pulverisation in

[1]) Gelingt es, dieses Mineral näher zu bestimmen, so wird es Gegenstand der nächstfolgenden Mitteilungen sein.

Digitized by Google

Methylenjodid und in geschmolzenem Thalium-Silber-Nitrat gereinigt. Auf diese Weise erhielt ich ungefähr 2 gr des äusserlich reinen Minerals, in welchem man nur mit Hilfe des Mikroskops hie und da kleine Einschlüsse von Albit und Aegirin beobachten konnte.

Das spezifische Gewicht des Minerals wurde in folgender Weise bestimmt. In eine Eprouvette, in der sich geschmolzenes $AgNO_3 . TlNO_3$ befand, wurden reine Stückchen des zu untersuchenden Minerals getan und ferner Stückchen von Korund, Rutil und Pyrochlor. Durch allmähliche Verdampfung der Flüssigkeit, die etwas Wasser enthält, wird ihre Dichte so weit erhöht, dass auf ihrer Oberfläche zuerst der Korund, nach weiterer, ziemlich lang dauernder Abdampfung das uns interessierende Mineral, etwas später Rutil und schliesslich der Pyrochlor erschien. Daraus folgte, dass das spezifische Gewicht unseres Minerals zwischen der Dichte des Korunds und des Rutils liegt, d. h. es > 4 und < 4.2 ist. Wir ersehen dabei, dass es dem Rutil näher steht als dem Korund; somit können wir das spezifische Gewicht desselben mit 4·15 bei einer Genauigkeit bis auf 0·02 oder 0·03 annehmen.

Die Härte. Die spitzen, abgespaltenen Stücke unseres Minerals ritzen merklich den Flussspat, lassen aber den Adular unberührt. Seine Härte gleicht daher ungefähr der Härte des Apatit, entspricht nämlich dem 5-ten Härtegrad der Skala von Mohs.

Die Auflösbarkeit in Säuren. Das Mineral löst sich in heisser Salzsäure leicht auf, indem es nur wenig weissliche, flockige Kieselerde hinterlässt. Die heisse Lösung ist gelb, entfärbt sich jedoch nach der Abkühlung. In Bezug auf die Lösbarkeit unterscheidet sich unser Mineral deutlich von Pyrochlor, welcher sich ebenfalls in heisser konzentrierter HCl löst, aber nur in den Falle, wenn sein Pulver zuvor der Glühhitze nicht ausgesetzt wurde. In letzterem Falle, d. h. ausgeglüht wird der Pyrochlor völlig unzerlegbar. Unser Mineral ist dagegen sowohl vor wie nach dem Ausglühen leicht lösbar.

Die qualitative Analyse des neuen Minerals und des Pyrochlors. Um den Unterschied zwischen diesem Mineral und dem Pyrochlor noch genauer nachzuweisen, unternahm ich zuerst die qualitative Analyse beider Verbindungen. Dabei ergab es sich, dass das uns näher interessierende Mineral eine ansehnliche Menge Kieselerde enthält, die dem Pyrochlor fehlt, und was noch merkwürdiger ist, dass es ganz und gar von Niobsäure frei ist, die

Digitized by Google

im Pyrochlor reichlich auftritt. Ferner fand ich im uralschen Pyrochlor (Miask) bedeutende Mengen von TiO_2 und ThO_2, die ich in dem neuen Mineral nicht entdeckte. Ferner zeigte es sich, dass die beiden miteinander verglichenen Minerale Elemente der Yttrium- und Cerium-Gruppe enthalten, die jedoch in dem neuen Mineral viel reichlicher hervortreten.

Das Gesamtresultat dieser eingehenden Nachforschungen bestand darin, dass ich in diesem unbekannten Mineral die Anwesenheit der Oxyde von *Si, Al, Fe, Mn, Zr, Y, Er, Ce, La, Di, Ca, Mg* und *Na*, aber das Fehlen von *Nb, Ta, Ti, Li* wie auch von *F* konstatierte.

Die quantitative Analyse. Nachdem diese einleitenden Versuche die Eigenart des fraglichen Minerals mit voller Bestimmtheit erwiesen hatten, erübrigte es noch, seine quantitative Analyse durchzuführen. Zu diesem Zwecke verwendete ich eine Portion von 0·7040 gr, welche nach Auflösung in verdünnter HCl, ausser Kieselerde, noch einen unbedeutenden Rückstand hinterliess, welcher aus Albit- und Aegirin-Einschlüssen bestand. Infolgedessen verminderte sich die analytische Portion in Wirklichkeit auf 0·6890 gr. Die Ergebnisse dieser lang dauernden und ziemlich mühsamen Analyse sind folgende:

I.		II.	
SiO_2	17·13	Al_2O_3	0·30
$ZrO_2 + R_2O_3$	65·31	Fe_2O_3	Spuren
Mn_2O_3	0·07	ZrO_2	2·50
CaO	15·46	$Y_2O_3 + Er_2O_3$	2·80
MgO	Spuren	Ce_2O_3	28·10
K_2O	0·39	La_2O_3	13·60
Na_2O	0·78	Di_2O_3	18·00
Glühverlust	0·99		
	100·13		

Die erste Reihe (I) enthält in Prozenten die gewöhnlichen Elemente und die Gesamtsumme $R_2O_3 + ZrO_2$, welche alle seltenen Erden umfasst; die zweite (II) gibt einzelne Prozentquantitäten der letzteren an.

Obwohl die analytischen Methoden hinsichtlich der seltenen Erden jetzt bedeutend vervollkommnet und schon so ziemlich allgemein bekannt sind, so erscheint es mir dennoch angemessen, an dieser Stelle wenigstens im allgemeinen auf den Verlauf der Ope-

Digitized by Google

rationen hinzuweisen, der ich mich bediente, um diese Erden im untersuchten Mineral voneinander zu trennen.

Die Summe $Y_2O_3 + Er_2O_3$ habe ich mittelst einer neutralen, gesättigten Lösung von K_2SO_4 ausgeschieden. Die Anwesenheit des Er_2O_3 wurde mittels des Spektroskops als ein Absorptionsstreifen im grünen Teile des Spektrums von der Wellenlänge $= 524\,\mu$ konstatiert. Da jedoch die Lösung der Nitrate dieser Erden nach Zugabe von HF einen reichlichen Niederschlag von Yttriumfluorid bildet, so müssen wir annehmen, dass das Erbium sich nur in sehr geringen Mengen vorfindet.

Durch vorsichtiges Schmelzen der Mischung von Nitraten mit Kalisalpeter gelang es mir das Cerium vom Lanthan und Didym abzusondern. Was jedoch die Trennung des Lanthans vom Didym anbetrifft, so bediente ich mich nicht der Methode einer mehrmaligen Kristallisation ihrer Nitrate in Form des Doppellsalzes mit Ammonnitrat, sondern verfuhr nach einer neuen Methode, die darauf beruhte, dass ich zu der heissen, konzentrierten Lösung von $La(NO_3)_3 + Di(NO_3)_3$ heisse Oxalsäure hinzugoss. Das Didymoxalat gerann infolgedessen augenblicklich in violetten, harten Klümpchen, während weisse Flockchen von Lanthanoxalat nur langsam zu Boden fielen oder in Suspension verblieben. Durch wechselndes Umrühren der Lösung und durch Dekantation kann man den weissen flaumartigen Lanthanniederschlag von dichten Klümpchen violetten Didyms (Neodyms) leicht absondern. Diese mehrmals wiederholte Operation gibt, glaube ich, viel raschere und nicht minder genaue Ergebnisse als die mehrmalige, tagelang dauernde Kristallisation der erwähnten Doppeltnitrate.

Das auf diese Weise erhaltene Lanthanoxalat ist zwar nicht völlig frei von Didym, enthält jedoch davon nur sehr geringe Mengen. Das aus der essigsauren Lösung erhaltene Lanthanhydrat weist eine sehr deutliche Reaktion mit Jod auf (ein starkes Bläuen des schleimigen Niederschlages).

Didym-(Neodym)-Oxalat ist licht violett und seine salpetersaure Lösung gibt ein prachtvolles Absorptionsspektrum mit sehr deutlichen dunklen Streifen, besonders zwischen den Wellenlängen $\lambda = 501\,\mu$ und $\lambda = 504\,\mu$ wie auch $\lambda = 571\,\mu$ und $\lambda = 581\,\mu$ [1]).

[1]) Bei den spektroskopischen Untersuchungen war mir mein Freund, Herr Jan Zaleski, behülflich, zur Zeit Leiter des chemischen Laboratoriums des Instituts

Digitized by Google

Rechnen wir die oben erhaltenen Prozentzahlen in Molekularverhältnisse um. so erhalten wir folgende drei einfache Zahlen, sobald wir ZrO_2 mit SiO_2 verbinden und für Ce. La. Di das durchschnittliche Atomgewicht = 140 annehmen.

SiO_2	. . 2·83	. .	3·03 = **3**
ZrO_2	. . 0·20		
Al_2O_3	. . 0·03		
Y_2O_3	. . 0·12	. .	1·97 = **2**
$Ce_2O_3 + La_2O_3 + Di_2O_3$	. . 1·82		
CaO	. . 2·76		
K_2O	. . 0·05	. .	2·94 = **3**
Na_2O	. . 0·13		

Dieses Verhältnis kann im chemischen Symbol in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$Ca_3\,(Y.\,Ce,\,La.\,Di)_4\,(Si.\,Zr)_3\,O_{15}$$

oder, wenn wir nur die wichtigsten Elemente berücksichtigen:

$$\mathbf{Ca_3\,(Ce,\,La,\,Di)_4\,Si_3\,O_{15}.}$$

Diese Formel entspricht keiner der bekannten mineralischen Verbindungen, gleicht jedoch noch am ehesten der Zusammensetzung der Granate, sobald wir ihr folgende Gestalt verleihen:

$$Ca_3\,(Ce.\,La.\,Di)_2\,Si_3\,O_{12}\,.\,(Ce,\,La,\,Di)_2\,O_3.$$

In Anbetracht der regulären Kristallform, welche sie auch den Granaten nähert wie auch in Anbetracht der leichten Lösbarkeit dieser Verbindung in Säuren sollte man ihr die Konstitution eines Orthosilikats mit zwei Nebenkernen zuschreiben:

$$Ca\,(Ce.\,La,\,Di)_2\,Si_2\,O_8\,.\,Ca_2\,Si\,O_4\,.\,(Ce,\,La,\,Di)_2\,O_3$$ [1].

Folgende Prozentzahlen entsprechen einer analogen Verbindung, welche nur Ce-Oxyd enthalten würde:

SiO_2	. . . 18·03%	
Ce_2O_3	. . . 65·23	$\mathbf{Ca_3\,Ce_4\,Si_3\,O_{15}.}$
CaO	. . . 16·71	
	100·00	

für Experimental-Medizin in Petersburg, gegenwärtig Prof. der Chemie am Agronomischen Institut in Dublany.

[1]) Vergleiche meine Anschauung über die Konstitution der Granate. T. M. P. M. XVIII. 1899 p. 155.

Digitized by Google

Am merkwürdigsten ist hier der Umstand, dass in dem oben beschriebenen Silikat die *Y*-, *Ce*-, *La*- und *Di*-Oxyde augenscheinlich die Thonerde ersetzen, weshalb man ihnen die Eigenschaften von Säuren zuschreiben und die ganze Verbindung analog dem „Alumo-Silikat von Calcium" chemisch **Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium** benennen muss.

Wenn wir oben angeführten Untersuchungen zusammenfassen, so erhalten wir folgende Charakteristik des erkannten Minerals.

Kristallform: tesseral. Die wahrgenommenen Formen: {111}, {110} und {100}. Die kleinen, mikroskopischen Kriställchen weisen stets eine oktaëdrische Gestalt auf, nur selten mit einem Hexaëder kombiniert, die grösseren dagegen kommen auch in Gestalt von Dodekaëdern vor. Die Grösse der unregelmässig begrenzten Körner beträgt bis 0·5 cm im Durchmesser. Solche grösseren Ausscheidungen sind hie und da schwach doppeltbrechend, während die kleinen Kriställchen vollständig und ohne Ausnahme isotrop sind. (Vergl. Tafel. XII, Fig. 3—6).

Die Spaltbarkeit ist besonders an grösseren Körnern ziemlich deutlich (Tafel XII, Fig. 1 u. 2); sie ist parallel zu {100}. — Bruch: muschelig.

Härte 5.

Spezifisches Gewicht ca. 4·15.

In der Lötrohrflamme ist es unschmelzbar. In der Phosphorsalzperle löst es sich leicht auf, wobei die Perle eine leicht gelblichgrüne Farbe annimmt, die sich in der reduzierenden Flamme nicht verändert. (Unterchied vom Pyrochlor).

In Säuren ist es leicht löslich sowohl vor wie nach dem Glühen. (Ein auffallender Unterschied vom Pyrochlor).

Die chemische Konstitution entspricht genau der empirischen Formel:

$$Ca_3 (Y, Ce. La, Di)_4 (Si, Zr)_8 O_{15}.$$

Die angeführten Merkmale bestimmen hinreichend die ausdrückliche Individualität der erkannten Verbindung und sichern ihr eine besondere und bedeutsame Stelle in der Reihe anderer seltener Minerale.

Nach einer in der Mineralogie angenommenen Sitte erhält jedes neue Mineral ausser dem chemischen Namen noch eine besondere Benennung, die entweder von irgend einem seiner Merkmale her-

Digitized by Google

rührt oder vom Namen der Ortschaft, in der es zum ersten Male gefunden wurde. oder endlich vom Namen von Männern, die sich um die Entwickelung der Mineralogie besondere Verdienste erworben haben. Ich will dieser letzten Sitte folgen und das oben beschriebene neue Mineral „Beckelith“ nennen zu Ehren des Herrn Prof. Friedrich Becke in Wien, dessen hervorragende wissenschaftliche Verdienste auf dem Gebiete der Kristallographie und Mineralogie in den weitesten Kreisen der Anhänger unserer Wissenschaft wohl bekannt sind.

Erklärung der Tafel XII.

Fig. 1. Grosser Beckelithkristall mit Einschlüssen von Albit und Aegirin. Vergr. 18 mal.

Fig. 2. Spaltbarkeit des Beckeliths. Links ein Kriställchen von einem unbekannten Mineral *x*. Verg. 18 mal.

Fig. 3—5. Mikroskopische Kriställchen von Beckelith in verschiedenen Ausbildungsformen. Verg. 32 mal.

Fig. 6. Eine Gruppe von winzigen Beckelithoktaëdern. Verg. 40 mal.

---

44. M. E. GODLEWSKI jun. **Doświadczalne badania nad wpływem systemu nerwowego na regeneracyą.** *(Versuche über den Einfluss des Nervensystems auf die Regenerationserscheinungen der Molche). (Recherches expèrimentales sur l'influence du système nerveux sur la régénération).* Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t. à la séance du 7 Novembre 1904.

(Planche XIII)

Die äusserst wichtigen Entdeckungen. welche C. Herbst über die Abhängigkeit der Regeneration der Augen der Crustaceen vom Zentralnervensystem gemacht hat, haben die Anregung zur weiteren, experimentellen Behandlung dieses Problems gegeben. Die diesbezüglichen Untersuchungen, welche zuerst bei wirbellosen Tieren unternommen wurden, haben andere Autoren auch an den Wirbeltieren fortgesetzt.

Eine Anzahl von Forschern hat an embryonalen Organismen ihre Experimente angestellt; sie sind grösstenteils zu dem Ergebnis gelangt, dass die Regeneration unabhängig vom Zentralnervensystem verläuft.

Diese Tatsache hat schon im Jahre 1897 J. Loeb bei der Untersuchung der Regeneration der Amblystomalarven nach Durch-

Digitized by Google

schneidung des zentralen Nervensystems festgestellt. Schaper (98) hat nach künstlich angelegten Defekten im Zentralnervensystem der sich entwickelnden Larven von Rana esculenta eine normale Entwickelung und sogar Regeneration der Defekte erhalten. Er kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass „das Zentralnervensystem in einer gewissen frühen Entwickelungsperiode keinerlei bestimmenden Einfluss auf die typische Entwickelung des embryonalen Organismus hat“ [1]). Die Versuche, welche von Barfurth (01) zuerst angestellt und von seinem Schüler Rubin (03) fortgesetzt wurden, ergaben, dass bei den Larven von Rana fusca „in einer gewissen frühen Etwickelungsperiode das Gehirn und wahrscheinlich das ganze Zentralnervensystem keinerlei Einfluss auf die Vorgänge der Regeneration im übrigen Larvenkörper ausübt“ [2]).

Diese fast wörtlich übereinstimmenden Ergebnisse der Experimentellen Untersuchungen, haben neuerlich weitere Bestätigung in den Versuchen von Goldstein (04) gefunden. Die Methode, deren sich Goldstein bediente, hat vor den Methoden anderer Forscher den Vorzug, dass Goldstein das Nichtvorhandensein des Zentralnervensystems bei den operierten Versuchstieren (Froschlarven) auf Grund mikroskopischer Präparate kontrolliert hat. Er gelangte dabei zu folgendem Resultat: „Im Stadium der organbildenden Entwickelung verlaufen im allgemeinen die normalen Entwickelungsvorgänge wie die regeneratorischen Vorgänge in völliger Unabhängigkeit vom Zentralnervensystem“.

Sehr interessant ist die Methode, welche R. G. Harisson (04) zu seinen Experimenten angewandt hat. Die Froschlarven entwickelten sich im Wasser, zu welchem etwas Aceton-Chloroform hinzugefügt wurde. Die Larven befanden sich in steter Narkose (continuelle narcosis), jede funktionelle Aktivität der Muskeln war aufgehoben, trotzdem haben sich die Tiere fast vollkommen normal (in almost normal manner) entwickelt.

Aus allen diesen Versuchen scheint mit vollkommener Sicherheit hervorzugehen, dass der Einfluss des Zentralnervensystems — sowohl für die ontogenetischen wie für die regenerativen Vorgänge in der embryonalen Lebensperiode nicht notwendig ist.

Anders verhält sich die Sache, wenn man die Resultate der

[1]) Schaper (98) p. 178—179

[2]) Rubin (02) p. 37.

Digitized by Google

Arbeiten ins Auge fasst, welche sich mit der Abhängigkeit der regenerativen Processe bei erwachsenen Tieren beschäftigen. Aus den Untersuchungen von Barfurth (01) scheint es hervorzugehen, dass beim erwachsenen Axolotl kein Einfluss des Zentralnervensystems besteht. Nach Rubin (03) werden die ersten Stadien des Regenerationsvorganges durch die Ausschaltung des Nervensystems zwar nicht gehindert, der Mangel der Innervation äussert sich aber in einer Verzögerung und sodann in einem allmählichen Stillstand der Regeneration.

Von grosser Wichtigkeit sind die Experimente von G. Wolff (02). Dieser Forscher hat sich namentlich die Frage gestellt, ob die hintere Extremität eines erwachsenen Triton cristatus in der gleichen Weise regeneriert, wenn die nervöse Verbindung der Extremität mit dem Zentralnervensystem unterbrochen ist, wie bei unverletztem Zusammenhang. In den Experimenten, in welchen das Rückenmark durch Auskratzen des Wirbelkanals zerstört wurde, die Spinalganglien aber nicht entfernt worden sind, hat Wolff eine normale Regeneration beobachtet. Daraus kann, wie Wolff richtig bemerkt, der Schluss noch nicht gezogen werden, „ob die Regeneration mit oder ohne nervösen Einfluss erfolgte“ ...[1]). In seinen nächsten Versuchen wurde nicht nur das Rückenmark, sondern auch die Spinalganglien ausgeschaltet und auf Grund dieser Experimente kommt G. Wolff zu dem Schluss, dass die Nerventätigkeit einen Einfluss auf die regenerativen Vorgänge ausübt.

Die hier angeführten Arbeiten erschöpfen jedoch nicht alle Fragen, welche mit dem Problem der Abhängigkeit der regenerativen morphogenetischen Vorgänge vom Zentralnervensystem im Zusammenhang stehen. Deswegen habe ich mir zur Aufgabe gestellt, nochmals eine Reihe von Experimenten über den Einfluss des zentralen Nervensystems auf die Regenerationserscheinungen bei den erwachsenen Tieren anzustellen und dieselben durch histologische Kontrolluntersuchungen zu ergänzen. Würde es sich bei der nochmaligen experimentellen Prüfung der Sache herausstellen, dass die Regeneration vom Zentralnervensystem beeinflusst wird, so würde noch von besonderer Wichtigkeit die Frage erscheinen, ob nur dem Rückenmark oder auch den Spinalganglienzentren, oder vielleicht allen beiden eine formative Reizwirkung zukommt. Der Einfluss

[1]) Wolff (02) p. 321.

Digitized by Google

der Kontinuitätstrennung des Zentralnervensystems auf die Regenerationserscheinungen, also auch das Verhältnis des Zentralnervensystems zu den morphogenen Potenzen der Zellelemente im Verlaufe der nacheinander folgenden Regenerationsetappen habe ich mir als weitere Untersuchungsaufgabe gestellt [1]).

In der ersten Versuchsserie wurden 12 Tritonen (Triton taeniatus) die Schwanzspitzen durch Schrägschnitte (Fig. 1) so abgetrennt, dass das übrig gebliebene Schwanzstück gabelförmig endete (vergl. Fig. 2). Durch diesen Operationsmodus wurde in dem terminalen Schwanzteile der ganze Achsenteil samt dem Zentralner-

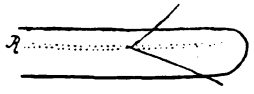


Fig. 1.

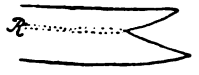


Fig. 2.

vensystem ausgeschaltet. Es hat sich bei dem weiteren Verlauf des Reparationsvorganges herausgestellt, dass bei einer Anzahl von den so operierten Tieren die beiden terminalen Schwanzstücke vermittelst einer ganz kleinen Menge des Proliferationsgewebes verwuchsen. Trotzdem ging die Regeneration am distalen Ende so lange nicht vor sich, bis zwischen den beiden terminalen Schwanzstücken das Zentralnervensystem sich herausdifferenziert hat.

In anderen Fällen, wo nach derselben Operationsweise die beiden terminalen Schwanzstücke beträchtlicher von einander entfernt wurden, bildete sich eine ansehnliche Masse von Proliferationsgewebe. Es muss betont werden, dass eine erste Andeutung desselben zunächst am Grunde des Winkels, an der der Schwanzbasis nächst gelegenen Stelle erschien. Das neugebildete Gewebe füllte nachher den Raum zwischen den beiden terminalen Schwanzstücken vollkommen aus. In diesem Gewebe differenzierte sich das Nervensystem heraus und nachher begann die Regeneration am Ende des Schwanzes.

Auf dem Querschnitt eines solchen Schwanzes mit ausgeschnittenem terminalen Achsenteile sieht man zwischen den beiden Schwanzstücken das proliferierte Gewebe, in welchem das Zentral-

[1]) Einige von den unten beschriebenen Experimenten wurden nach meinem Plane von Dr. M. Jaworowski ausgeführt.

Digitized by Google

nervensystem schon in Differenzierung begriffen ist. Erst nach Differenzierung des Rückenmarks begann dann der Knospungsprozess auch am Ende der terminalen Schwanzstücke.

Da in diesen Experimenten das Rückenmark mit den betreffenden Spinalganglien durch den operativen Eingriff ausgeschaltet wurde und die Neubildungsprozesse am terminalen Ende erst nach Herstellung des Nervensystems begannen, kann der Stillstand der morphogenetischen Vorgänge auf den Mangel der formativen Reizwirkung zurückgeführt werden.

Diesen Experimenten könnte jedoch der Einwand gemacht werden, dass das Ergebnis dieses Versuches nicht von der Abwesenheit des Nervensystems abhängt, sondern von denselben Faktoren, welche den Resultaten der Morganschen (00) Versuche zu Grunde liegen. Morgan hat nämlich die Schwanzflosse von Fundulus mit zwei Schrägschnitten abgetragen und bei dem Verlauf der Regeneration bemerkt, dass das neugebildete Gewebe so lange rascher im Winkel wuchs, bis die ursprüngliche Form des Schwanzes erreicht wurde.

Man könnte geneigt sein, die Auslegung, welche von Morgan für diese Tatsache gegeben wurde: „The interpretation of the result seems to be that the new material assumes the typical form befor it has reached its full size“ auch für die Erklärung des zeitlichen Stillstandes der Regeneration am terminalen Ende des Tritonschwanzes zu verwerten. Dass hier jedoch der Faktor des Einflusses des Nervensystems eine Rolle spielt, ist aus anders ausgeführten Experimenten zu ersehen, welche auch die Frage nach der Bedeutung der Spinalganglien für die Regenerationsprozesse zu beleuchten im stande sind.

25 Tritonen wurde der Schwanz in einer Entfernung von ca. 1 cm von der Afteröffnung amputiert und mit einer glüh-heissen Nadel von der Schnittfläche kopfwärts das ganze Stück des Rückenmarks, welches den Schwanz innerviert, zerstört. Einer anderen Serie der Tiere, welche zur Kontrolle dienen sollten, wurde in derselben Entfernung die Schwanzspitze abgeschnitten, das Rückenmark aber intakt gelassen. Bei den Tieren der beiden Serien hat sich die Wunde bedeckt. Bei den Versuchstieren der I Serie machte sich eine Verzögerung im Verlaufe dieser ersten Regenerationsetappe bemerkbar. Es traten auch unter der bedeckenden Epitel-

Digitized by Google

zellenschichte oft Suggilationen hervor. welche nicht so bald resorbiert wurden.

Mit vollzogener Bedeckung der Wunde ist der Reparationsprozess bei diesen Tieren, bei welchen das Rückenmark zerstört wurde, zum Stillstand gekommen. Mehrere Wochen lang konnte hier die Proliferation am terminalen Ende nicht wahrgenommen werden.

Die Tiere, welche während des VI Internationalen Zoologen-Kongresses (die Sitzung der Sektion für allgemeine Zoologie vom 18 August 1904) demonstriert wurden, standen im dritten Monate nach der Operation. Bei dem Triton, welcher intaktes Rückenmark besass, war das Regenerat von 13 mm deutlich wahrnehmbar. Bei dem Tiere, bei welchem das Rückenmark zerstört wurde, war nur die Wunde geheilt, wies aber gar kein Proliferationsregenerat auf. Die histologischen Präparäte, welche ebenfalls demonstriert wurden. bewiesen, dass bei den meisten Tieren der I Serie das Rückenmark noch nicht regeneriert war. An der Stelle des Rückenmarks (vergl. Querschnitt des Tritonschwanzes vor der Operation (Taf. XIII Fig. 1) füllt das hineingewucherte Bindegewebe mit den Blutgefässen den Wirbelkanal aus (Taf. XIII Fig. 2 L. M.). An demselben Querschnitt (Fig. 2 G. Sp.) sieht man jedoch deutlich die unverletzten Spinalganglien [1]).

Bei einer kleinen Anzahl der Tritonen, bei welchen das Rückenmark zerstört wurde, erschien jedoch nach 6 — 8 Wochen am Schwanzende eine Proliferationsknospe. Diese Tatsache könnte den Anschein erwecken, dass hier der Mangel des Nervensystems nur einen verzögernden Einfluss auf die regenerative Tätigkeit des Organismus ausübt.

Bei der genaueren histologischen Untersuchung hat es sich jedoch herausgestellt, dass in derartigen Fällen das Rückenmark sich schon im Wirbelkanal neugebildet hatte und seine Fortsetzung sogar mit Anlagen der Spinalganglien im Regenerat nachweisbar war.

Den von G. Wolff [1]) (02) erwähnten Fall, in welchem nach Auskratzen des Wirbelkanals die Regeneration des Fusses beobachtet werden konnte, glaube ich — nach Berücksichtigung meiner

[1]) Beim Triton liegen die Spinalganglien (vergl. auch Wolff (02) p. 321) nicht im Wirbelkanal. Bei Zerstörung des Rückenmarks werden die Ganglien nicht mitentfernt.

[1]) G. Wolff (02) p. 320 u. 321.

Digitized by Google

Versuche —, nicht dem Einflusse der Spinalganglien, sondern der Tatsache zuschreiben zu müssen, dass das Rückenmark vorher sich regeneriert hat.

Aus dem Vorhergehenden haben wir erfahren, dass nach Zerstörung des Rückenmarks ein Stillstand in den regenerativen Prozessen eintritt, obschon die Spinalganglien mit ihren peripheren Nervenästen zurückgelassen wurden, und dass dieser Zustand der morphogenetischen Inaktivität so lange gedauert hat, bis das Rückenmark hergestellt wurde.

Aus diesem Ergebnis glaube ich zu folgenden Schlüssen berechtigt zu sein:

1. Das Vorhandensein des unverletzten oder aber regenerierten Rückenmarks ist eine Bedingung des normalen Verlaufes des Regenerationsprozesses der peripheren Organe beim Triton [1]).

2. Die Spinalganglien sind nicht imstande die formativ reizende Rolle des Rückenmarks zu erzetzen.

[1]) Hier können noch anhangsweise die Experimente erwähnt werden, welche zwar keine vollkommen entscheidenden Resultate ergaben, welche aber folgendes nicht unwichtige Problem berühren: Sind die unverletzten Nervenzentren als Bedingung der Regeneration zu betrachten, so drängt sich hier die weitere Frage auf, ob es unbedingt dieselben Nervenzentren sein müssen, welche das abgeschnittene Organ innerviert haben, oder auch die Zentren anderer Organe in der formativ reizenden Wirkung die Rolle der fehlenden Zentren übernehmen können. Um diese Frage zu entscheiden, wurden über 40 Tritonen folgendermassen operiert: Die Schwanzspitze wurde 6—7 mm von der Afteröffnung amputiert, das Rückenmark wie in den vorigen Experimenten zerstört und auf diese Weise das zurückgelassene Schwanzstück der normalen Innervation beraubt. Der von der hinteren Extremität herauspräparierte Ischiadicus-Nerv wurde zwischen die Muskeln des Schwanzes implantiert. Der reparative Schwanzbezirk sollte sich also unter dem Einfluss der Fussinnervation befinden, vorausgesetzt, dass die Implantation gelungen ist. Leider haben die Experimente keine entscheidende Antwort gegeben. Nach Bedeckung der Wunde ist Stillstand in den morphogenetischen Vorgängen eingetreten und erst nach 5—7 Wochen begann die Regeneration wieder. Da jedoch hierbei die histologische Untersuchung schon die Herstellung des zerstörten Rückenmarks ergab und der N. isch. nicht mehr auf den Präparaten nachgewiesen werden konnte, so ist es wahrscheinlich, dass der implantierte Nerv der Degeneration anheimgefallen ist und die Regeneration unter dem Einfluss der eigenen, hergestellten Rückenmarkszentren verlief. Diese Experimente können also nur dazu verwertet werden, um den oben ausgesprochenen Schluss zu bestätigen, dass der Einfluss des Zentralnervensystems zur Regeneration notwendig ist.

Digitized by Google

In meinen weiteren Experimenten habe ich mich der Methode bedient, welche von Barfurth (01) zur Untersuchung der Abhängigkeit der Regenerationserscheinungen vom Zentralnervensystem angewandt wurde. Diese Methode kann mit gewissen Modifikationen zur Untersuchung des Einflusses der Kontinuitätsunterbrechung des Zentralnervensystems auf die Regeneration mit grossem Vorteil angewandt werden.

Einer Anzahl von Tritonen wurde die Schwanzspitze amputiert und mit einem Skalpel ca. 1 cm. terminalwärts von der Schwanzbasis der Achsenteil des Schwanzes so ausgeschnitten, dass er Rückenmark, Wirbelsäule mit Chordarest und angrenzendes Muskelgewebe enthielt. Diese Methode, welche Barfurth mit gutem Resultate bei den Experimenten am Axolotl benutzte, hat sich jedoch für Tritonen als unbrauchbar herausgestellt: das Schwanzstück, welches distal vom ausgeschnittenen Loch lag, ist in allen Fällen der Nekrose schon nach einigen Tagen anheimgefallen. Die genauere Untersuchung hat erwiesen, dass die Nekrose nicht auf die Ausschaltung des Nervensystems zurückzuführen ist, sondern dass sie als Folge der Unterbrechung der Blutgefässe, welche in allen Wirbelkörpern kontinuierlich verlaufen, betrachtet werden muss. Aus diesem Grunde musste bei derartigen weiteren Versuchen eine Modifikation eingeführt werden: Der 3—4 mm lange Ausschnitt wurde im Achsenteil so ausgeführt, dass nur die dorsalen Wirbelbogen, der Wirbelkanal mit dem Rückenmark und die lateral vom Wirbelkanal liegenden Spinalganglien ausgeschaltet wurden, der untere Teil der Wirbelkörper aber mit den Blutgefässen zurückgelassen wurde. Denselben Tieren wurde gleichfalls die Schwanzspitze in verschiedener Entfernung vom distalen Ende des ausgeschnittenen Loches amputiert.

Den Operationsmodus stellt die Fig. 3 dar.

Das Resultat dieser Versuche war, dass, wenn nur terminal von der angelegten Wunde ein Schwanzstück von einigen Millimetern Länge mit unverletztem Rückenmark zurückgelassen wurde — die Regeneration am terminalen Schwanzende durch die Kontinuitätstrennung des Rückenmarks garnicht verhindert wurde. Die Regeneration ging hier so gut vor sich wie bei den Kontrolltieren, bei welchen keine Kontinuitätstrennung des Rückenmarks stattgefunden hat was auch mit den Barfurthschen Ergebnissen im Einklangsteht.

Gleichzeitig mit den morphogenetischen Proliferationsprozessen

Digitized by Google

am terminalen Schwanzende beginnen auch die Reparationserscheinungen an den Rändern des ausgeschnittenen Loches. Der Verlauf dieser Prozesse kann sich auf verschiedene Weise gestalten:

In den Fällen, in welchen nur ein ganz kleines Stück des Achsenteiles herausgeschnitten wurde, kann die Wunde einfach verheilen. Zunächst wird sie mit indifferentem Proliferationsgewebe ausgefüllt und in diesem Gewebe differenziert sich nachher die Rückenmarksanlage, welche das proximale mit dem distalen Ende des alten Rückenmarks verbindet. Auf diese Weise wird die unterbrochene Kontinuität des Rückenmarks hergestellt.

In anderen Fällen wird die ausgeschnittene Öffnung in der Weise geschlossen, dass das obere Gewebestück α mit dem unteren β verwächst. In der Mehrzahl der Fälle jedoch kann man schon nach 2 bis 3 Tagen bemerken, dass die oberhalb der Wunde gelegene Gewebsbrücke vollkommen abfällt. Wir bekommen also jetzt das Bild, welches das Schema 4 veranschaulicht. Verwächst im weiteren Regulationsgange die Schnittfläche π und ϱ miteinander, so ist die Herstellung der Kontinuität des Rückenmarks vollzogen. Der Schwanz krümmt sich natürlich stark nach oben, was sehr oft in diesen Fällen zu sehen ist (Taf. XIII Fig. 3). Die Regeneration geht jetzt nicht nur an der terminalen Schnittfläche μ vor sich, sondern es sind Neubildungsvorgänge auch an der Schnittfläche π sichtbar. Diese Proliferationsvorgänge ergeben die Bildung

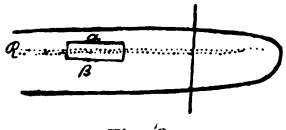


Fig. 3.

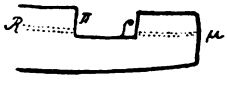


Fig. 4.

von zwei neuen Schwänzen (Fig. 5 und Taf. XIII Fig. 4), welche einer hinter dem andern von den Wundflächen π und μ herauswachsen[1]). Dasselbe Bild kann man auch erreichen, wenn man gleich bei der Operation den ganzen oberen Abschnitt (Fig. 3 α) abtrennt.

Vergleicht man die beiden Wundflächen, welche den Ausgangspunkt für die Regeneration der beiden neugebildeten Schwänze

[1]) Zwei solche Tiere wurden während des internationalen Zoologenkongresses in Bern von mir demonstriert.

Digitized by Google

lieferten, so fällt es gleich auf, dass sie wenigstens quantitativ nicht gleichwertig sind. Die Wundfläche μ stellt den Durchschnitt des ganzen Schwanzes vor, die Wundfläche π den Durchschnitt eines Teiles des Schwanzes. Trotz der Ungleichwertigkeit des Ausgangspunktes des Regenerationsprozesses ist doch sein Resultat quantitativ dasselbe, denn auch an der Schnittfläche π wurde das ganze Organ gebildet.

Als seltenster Ausgang der reparativen Vorgänge bei dem oben beschriebenen Operationsmodus ist die Entstehung eines dreischwänzigen Tieres [1]). In diesem Falle entwickelt sich die Schwanzanlage

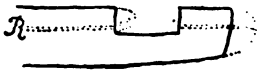


Fig. 5.

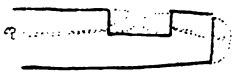


Fig. 6.

aus der Schnittfläche μ, π und ϱ (vergl. Textfigur 4 und 6 sowie Taf. XIII Fig. 5).

Es ist bemerkenswert, dass der Schwanz, welcher von der Wundfläche ϱ harausgewachsen ist, anfangs kopfwärts wächst, so dass die zwei Schwanzanlagen, die von der Wundfläche π und jene von der Wundfläche ϱ, gegen einander wachsen, wie es aus der Fig. 6 und Taf. XIII Fig. 5 zu ersehen ist. Erst nach ca. zwei Wochen werden die Verhältnisse durch die Wachstumsregulationsprozesse geändert. Die Schwanzanlage, welche kopfwärts wuchs, hat sich wahrscheinlich durch stärkeres Wachstum der unteren Regenerationsseite und vielleicht teilweises Zurücktreten des Wachstums der oberen Seite nach oben und sodann nach hinten gedreht.

Die Erscheinung, dass hier von der kopfwärts gekehrten Wundfläche ein terminales Organ sich neugebildet hat, lässt sich nicht ohne weiteres mit unseren jetztigen Begriffen über Regeneration vereinbaren. Würde der Prozess nach den bisher bekannten Gesetzen der Regeneration verlaufen, so sollte man bei dem Proliferationsprozesse den Ersatz des ausgeschnittenen Gewebes erwarten. Dies ist aber nicht der Fall — hier entsteht ein terminales Organ — die Schwanzanlage. Um diese Erscheinung zu erklären, muss man

[1]) Ein solches Tier wurde von mir ebenfalls auf dem Kongress in Bern demonstriert.

Digitized by Google

die Hypotese der Polaritätsumdrehung zu Hilfe ziehen[1]). So wie wir mit der Annahme der Polaritätsumdrehung die Entstehung der Hydranten am aboralen Ende des Tubulariastammes erklären, so kann auch die Entstehung der Schwanzanlage, eines terminalen Organes, auf der kopfwärts zugekehrten Wundfläche in dieser Hypothese ihren Ausdruck finden.

Während der weiteren Entwickelung differenzieren sich aus den Elementen dieser Anlage die gesamten morphologischen Bestandteile des Schwanzes. Die Anlage ist hier ebenfals nicht durch die Querschnittsfläche des ganzen Schwanzes, sondern durch die Querschnittsfläche eines Teiles des Schwanzes produziert worden. Trotzdem sieht man, dass dieser Anlage die Potenz der Ausbildung der Totalität des Organs innewohnt. Die kleinere Zahl der Elemente, welche an solchem Querschnitte liegen, leistet qualitativ und quantitativ dasselbe, was nach Abschneidung des ganzen Schwanzes von der Gesamtheit der Elemente geleistet wird. Das geschieht jedoch nur unter der Voraussetzung, dass der operative Reiz auch das Nervensystem betrifft.

Um das zu beweisen, habe ich noch eine Serie von Kontrollversuchen ausgeführt:

10 Tritonen wurde in ca. 1 cm Enfernung von der Afteröffnung an der dorsalen Schwanzseite eine Wunde angelegt, bei welcher die weichen Teile entfernt und auch die Wirbelsäule verletzt wurde. Das Rückenmark wurde jedoch unverletzt zurückgelassen. Der ganze Operationsmodus hat sich also von der Operationsmethode, die in der vorigen Versuchsserie (vergl. p. 500) angewandt wurde, nur dadurch unterschieden, dass das Rückenmark nicht durchgeschnitten wurde. In keinem dieser Fälle ist die Anlage des ganzen Schwanzes entstanden, es wurde nur durch die Proliferation das fehlende Gewebe ersetzt.

In der bisherigen Literatur finden wir zwei Angaben über künstliche Herstellung von überzähligen Schwänzen: nämlich von G. Tornier (97) und von D. Barfurth (00). Tornier hat experimentell die Entstehung von zwei und drei Schwänzen bei Lacerta dadurch hervorgerufen, dass er die Wirbelsäule „stark ver-

[1]) Auf diesen Umstand hat in der Diskussion nach meinem Vortrag während des Berner Kongresses Dr. Driesch hingewiesen.

Digitized by Google

letzt hat". Der Forscher gibt jedoch nichts Näheres darüber an, ob dabei auch das Rückenmark verletzt wurde; sagt nur, dass der „Wirbel nicht zu wenig und nicht zu stark verletzt sein muss" [1]. Tornier erwähnt auch, dass durch Bisswunden die überzähligen Schwänze entstehen können.

Auf Grund meiner Experimente, bei welchen bei der Verletzung des Rückenmarks die überzähligen Organe entstehen, dagegen bei der einfachen Verletzung der Wirbel nur der Ersatz des fehlenden Gewebes zustande kommt, glaube ich, dass bei den Tornierschen gelungenen Experimenten die Kontinuität des Rückenmarks im Wirbelkanal wohl unterbrochen sein musste.

Die Experimente von Barfurth (00) können meiner Behauptung in gewissem Grade eine Stütze verleihen. Sie beziehen sich zwar auf embryonale Organismen, doch stimmen sie mit den Ergebnissen meiner Experimente vollkommen überein. Barfurth hat nämlich bei Froschlarven „mit einer heissen Nadel das kaudale Ende des Rückenmarks an zwei hintereinander gelegenen Stellen durchsengt und das hinter der letzten Operationsstelle gelegene Ende des Schwanzes amputiert". Dabei hat er die Spaltung des Schwanzes (cauda bifida) in weiterer Entwickelung beobachtet.

Die Vermutung, welche dieser Forscher weiter ausspricht: „Wahrscheinlich ist die Versengung des Rückenmarks, die an sich kaum zu vermeiden ist, ebenfalls erforderlich" — ist auf Grund der Resultate meiner Versuche vollkommen begründet.

Nach dem Ergebnis unserer Experimente kann man schliessen, dass der Einfluss des Zentralnervensystems eine Vorbedingung zur Realisierung der prospektiven Potenz jener Elemente ist, welche hier an der Wundfläche liegen und das aequipotentiel determinierte System bilden.

Ob für das Stadium der Differenzierung der Anlage zum definitiven Organ der Einfluss des Nervensystems noch auch notwendig ist, ist nicht leicht zu sagen. Auch die genaue Kenntnis der histogenetischen Vorgänge ohne experimentelle Prüfung der Sache lässt nur Vermutungen, nicht aber vollkommen sichere Behauptungen zu. So viel ist sicher, dass bei der Differenzierung, welche von der basalen Seite der Proliferationsknospe beginnt und terminalwärts fortschreitet, die Differenzierung des Zentralnervensystems

[1]) Tornier (97) p. 358.

Digitized by Google

den Ausgangspunkt in der Ausgestaltungsetappe bildet. In den ersten morphogenetischen Stadien ist die primitive Nervenröhre mit dem primitiven Zentralkanal zunächst nur an den kopfwärts gelegenen Querschnitten sichtbar (Taf. XIII Fig. 6). Die terminalen Schnitte von demselben Regenerat bestehen nur aus indifferentem Mesenchymgewebe, welches mit einer Epithelschichte bedeckt ist.

Die Tatsache, dass sich das Zentralnervensystem von allen Organen zuerst differenziert, lässt die Vermutung als wahrscheinlich gelten, dass dieses System eine formative Wirkung auch in der Ausgestaltungsetappe ausübt.

Die in dieser Arbeit dargestellten Experimente erlauben, meiner Ansicht nach, folgende Schlüsse zu ziehen:

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Rubin und G. Wolff ist das Vorhandensein des Zentralnervensystems zum normalen Verlauf der Regenerationsvorgänge unumgänglich notwendig.

Die Spinalganglien vermögen die formative Wirkung der Rückenmarkszentren hinsichtlich der Einleitung der Regeneration nicht zu ersetzen.

Die Kontinuitätstrennung des Zentralnervensystems resp. des Rückenmarks hat keinen Einfluss auf den normalen Verlauf der Regeneration.

Das Vorhandensein des Zentralnervensystems bedingt die Aktivierung der prospektiven Potenzen jener Elemente, welche durch den operativen Eingriff zur Realisierung ihrer regenerativen Tätigkeit angeregt worden sind.

Der formative Einfluss des Zentralnervensystems in der Etappe der Ausgestaltung scheint nicht ausgeschlossen zu sein.

Aus dem anatom. Institut der Jagiell. Universität in Krakau.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch den Schwanz des Molches (M. Rückenmark) zum Vergleich mit der nächsten Fig., wo das Rückenmark zerstört ist.

Fig. 2. Querschnitt durch den vor 6 Wochen operierten Tritonschwanz L. M. Wirbelkanal. An der Stelle des Rückenmarks Bindegewebe. G. sp. Ganglia spinalia.

Digitized by Google

Fig. 3. Kontinuität des Rückenmarks durch Verwachsung der Wundränder hergestellt. Dadurch ist der Schwanz krumm geworden.

Fig. 4. Die Entstehung von zwei Schwanzanlagen nach der Amputation und der Kontinuitätsunterbrechung des Rückenmarks.

Fig. 5. Die Entstehung von drei Schwanzanlagen nach derselben Operation.

Fig. 6. Querschnitt durch die Schwanzanlage, in welcher schon die Rückenmarksanlage sichtbar ist.

Literaturverzeichnis [1]).

1. Barfurth D. Die experimentelle Herstellung der Cauda bifida bei dem Amphibienlarven. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 9. 1899.

2. Barfurth D. Ist die Regeneration vom Nervensystem abhängig? Verh. d. anat. Gesellsch. zu Bonn 1901.

3. Goldstein K. Kritische und experimmentelle Beiträge zur Frage nach dem Einfluss des Zentralnervensystems auf die embryonale Entwicklung und die Regeneration. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 18. 1904.

4. Harisson R. G. An experimental Study of the Relation of the Nervous system to the developing Musculature in the Embryo of the Frog. Amer. Journ. of. Anatom. Vol. III. 1904.

5. Herbst C. Ueber die Regeneration von antennenähnlichen Organen an Stelle von Augen. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 9. 1899.

6. Loeb J. Hat das Zentralnervensystem einen Einfluss auf die Vorgänge der Larvenmetamorphose? Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 4. 1897.

7. Morgan T. H. Regeneration in Teleosts. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 10. 1902.

8. Rubin R. Versuche über die Beziehung des Nervensystems zur Regeneration der Amphibien. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 16. 1903.

9. Tornier G. Ueber experimentell erzeugte dreischwänzige Eidechsen und Doppelgliedmassen von Molchen. Zool. Anz. Bd. 20. 1897.

10. Wolff G. Die physiologische Grundlage der Lehre von den Degenerationszeichen. Vichow's Arch. Bd. 169. 1902.

---

45. M. L. MARCHLEWSKI m. t. **Identyczność filoerytryny, bilipurpuryny i cholehematyny.** ***(The identity of phylloerythrine, bilipurpurin and cholehaematin).*** (*L'identité de la phylloérytrine, de la bilipurpurine et de la choléhaematine*).

In a previous communication [2]) I have shown that Gamgees assumption that cholehaematin and phylloerythrine are identical

[1]) Die Arbeiten aus dem Gebiete der pathologischen Anatomie wurden von Goldstein und Herbst (Formative Reize) genau besprochen, deswegen wurden sie hier nicht angeführt.

[2]) This Bulletin **1904**, 276.

Digitized by Google

substances is indeed highly probable. At present I am in the position to prove it absolutely.

The difficulties of preparation of pure cholehaematin, appeared to me under the conditions of my laboratory unsurmountable but they have been, as it proved, overcome elswhere In a highly interesting paper read before the Academy of Sciences of Vienna. Loebisch and Fischler [1]) described a substance, isolated from the bile of herbivora under the name of bilipurpurin (The quantity of bile used amounted to 100 litres!). Although the description of this substance as given by these authors does not agree in all particulars with that of my phylloerythrine, the similarity of the properties of both substances appeared sufficiently great to awaken the wish to compare both substances by direct observation. Prof. Loebisch was kind enough to send me by my request a minute but quite sufficient quantity of bilipurpurin, and a careful comparison of its optical properties with those shown by phylloerythrin and by cholehaematin proved conclusively that all these substances are indeed identical.

The crystals of bilipurpurin are quite identical with those of phylloerythrin. The preparation sent to me by Mr. Loebisch contained not only crystals escribed by him and closer investigated by Cathrein, but also rhombic plates with blunted corners which I have found to be characteristic of phylloerythrine. On the other hand some of my new preparations of phylloerythrine contain elongated plates, similar to those depicted by Loebisch.

The optical properties of bilipurpurin and phylloerythrine are absolutely identical. In my former communication [2]) I mentioned that concentrated solutions of phylloerytrine in acetic acid cause a spectrum with four bands, one of which, near the C-line, is extremely faint. A direct comparison of such solution with a bilipurpurin solution showed that, given equal concentrations, the bands in both cases are placed in exactly the same position; in fact it is impossible to distinguish one spectrum from the other. More dilute solutions do not show the faint band in the orange. The colour of both substances is of course identical; cherry red is, may be, the most suitable description for it. Both solutions show

[1]) Sitzungsber. der kaised. Akad. der Wissenschaften in Wien. **62** (II) 159. (1903).
[2]) This Bulletin **1903**, 638.

Digitized by Google

also dichroizm; in reflected light thin layers appear greenish. Hydrochloric acid added to the above solutions causes an identical change in both cases. The colour turns bluish violet and the solutions, if sufficiently diluted cause four bands in positions which differ considerably from those occupied by the original bands. In the orange there are now two narrow faint bands, past the D line a broad dark band and finally in the green a badly defined faint band. The wave lengths corresponding to these bands I have given before [1]).

The chloroformic solutions of phylloerythrine and bilipurpurin show also exactly the same spectrum. The band in the orange is in this case more pronounced than in the acetic acid solution. Loebisch and Fischler [2]) did not mention it; they examined evidently comparatively dilute solutions. Bilipurpurin, like phylloerythrine, enters into reactions with zinc acetate and cupric acetate; the salts formed cause identical absorptions. Alcoholic potash dissolves both substances easily, yielding brownish-red-violet solutions.

The final proof of the identity of phylloerythrine and bilipurpurin is given by the examination of the absorption bands in the ultraviolet part of the spectrum. Phylloerythrine causes, as I have shown [3]), two very characteristic bands, a darker one in front of the k_β-line and a faint one just past this line. Bilipurpurin behaves in exactly the same manner. Photographs taken on the same plate of both colouring matters dissolved in chloroform or in acetic acid show that the bands are in absolutely identical positions.

As regards the identity of bilipurpurin and cholehaematin there cannot be any doubt. Loebisch and Fischler were not acquainted with the papers of Mac Munn and Gamgee on cholehaematin and this was the cause of introduction of a new name for an already known substance. The great merit of Loebisch's researches is however by no means impared by this fact.

We have therefore at present three different names for the same substance; which of them will be suffered to survive depends upon further researches. These must definitely settle the origin of the colouring matter with absorption bands, met with in biles of her-

[1]) This Bulletin **1903**, 641.

[2]) l. c.

[3]) This Bulletin **1903** plate XVI, **1904** plate VI.

Digitized by Google

bivora. Should, as I hope it will, be found that my assumption concerning the corelation of phylloerytrine to chlorophyll is correct. I shall propose to drop all other names and to retain „phylloerythrine“ only. I hope to be able to return to this subject at a not very distant date.

---

46. MM. C. KRAFT et C. ZAKRZEWSKI. **Metoda wyznaczania kierunków głównych i stałych optycznych w przypadku podwójnego załamania połączonego ze skręceniem.** ***(Une méthode pour déterminer les directions principales et les constantes optiques dans le cas de la biréfringence combinée avec le pouvoir rotatoire).*** Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t. à la séance du 7 Novembre 1904.

§ 1. Les effets optiques produits par un corps doué à la fois de la biréfringence et du pouvoir rotatoire sont expliqués, quand on admet que la lumière se propage dans ces corps conformément à l'hypothèse d'Airy. Nous admettrons donc cette hypothèse et nous décrirons une méthode simple qui permet de fixer les directions principales des corps et leurs autres constantes optiques, caractéristiques pour ce genre de propagation de la lumière.

Nous supposerons toujours dans la suite qu'une onde lumineuse plane traverse normalement une couche du corps examiné à faces parallèles au plan des axes optiques. D'après l'hypothèse d'Airy, une vibration rectiligne et homogène qui entre alors dans le corps s'y décompose en deux vibrations elliptiques qui présentent les caractères suivants:

1) Les mouvements sur deux ellipses s'effectuent en sens contraire.

2) Elles se propagent dans le milieu avec des vitesses différentes; la forme et l'orientation des ellipses ne varient pas dans le milieu.

3) Ces ellipses sont semblables et leurs grands axes sont perpendiculaires.

On appelle les directions de ces axes les directions principales (x, y) du milieu.

Soient:

1) $k = tg\varphi$ le rapport du petit axe au grand axe, le même

Digitized by Google

dans les deux ellipses (dans le cas de la biréfringence pure on a $\varphi = 0$, et dans le cas de la rotation pure $\varphi = \frac{\pi}{4}$ et

2) δ la variation de la différence de phase des deux vibrations elliptiques après le passage par le milieu.

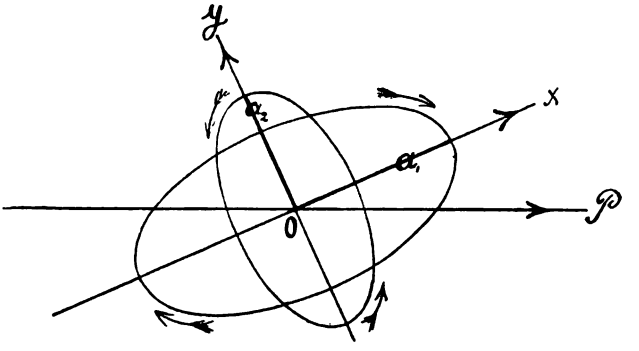


Fig. 1.

Soit ensuite Ox (fig. 1.) la direction du grand axe ($2a_1$) de l'ellipse de la giration dextrorsum (le sens dans lequel tournent les aiguilles d'une montre) pour un observateur qui reçoit l'onde lumineuse.

Soit pareillement Oy la direction du grand axe ($2a_2$) de l'ellipse de giration sinistrorsum.

Nous dirigeons les droites Ox et Oy comme on le voit dans la figure 1.

Soit enfin $sin\,\vartheta$ l'expression de la vibration rectiligne qui entre dans le milieu examiné et qui s'effectue le long de la droite OP. Les deux ellipses émergeant du milieu seront alors:

$$\text{(gir. dextr.)} \begin{cases} x_1 = a_1 \sin(\tau + \alpha_1) \\ y_1 = k a_1 \cos(\tau + \alpha_1) \end{cases}$$

$$\text{(gir. sinistr.)} \begin{cases} x_2 = -\, k a_2 \sin(\tau - \delta + \alpha_2) \\ y_2 = a_2 \cos(\tau - \delta + \alpha_2) \end{cases} \quad ^{1)}$$

[1]) On y a posé:

$$\vartheta - \frac{2\pi d}{v_1} = \tau \quad \text{et} \quad 2\pi d \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) = \delta$$

d est le chemin parcouru par les deux ondes, v_1 et v_2 sont leurs vitesses.

Digitized by Google

D'après cela on aura:

$\delta > 0$ si la vibration dextrorsum se propage plus vite que la vibration sinistrorsum et

$\delta < 0$ dans le cas contraire.

Ces quatre composantes donnent une résultante, qui est une vibration elliptique. D'après M. Mascart[1]) nous représenterons cette dernière par deux vibrations composantes e_1, e_2 telles que l'on ait:

$$(1) \qquad \begin{aligned} e_1 &= p \cos\left(\tau - \frac{\delta}{2}\right) \\ e_2 &= q \sin\left(\tau - \frac{\delta}{2}\right) \end{aligned}$$

Ce sont donc les composantes „conjuguées", car leurs directions coïncident, comme on le sait, avec deux diamètres conjugués de l'ellipse résultante. Les amplitudes p et q sont les demi-diamètres.

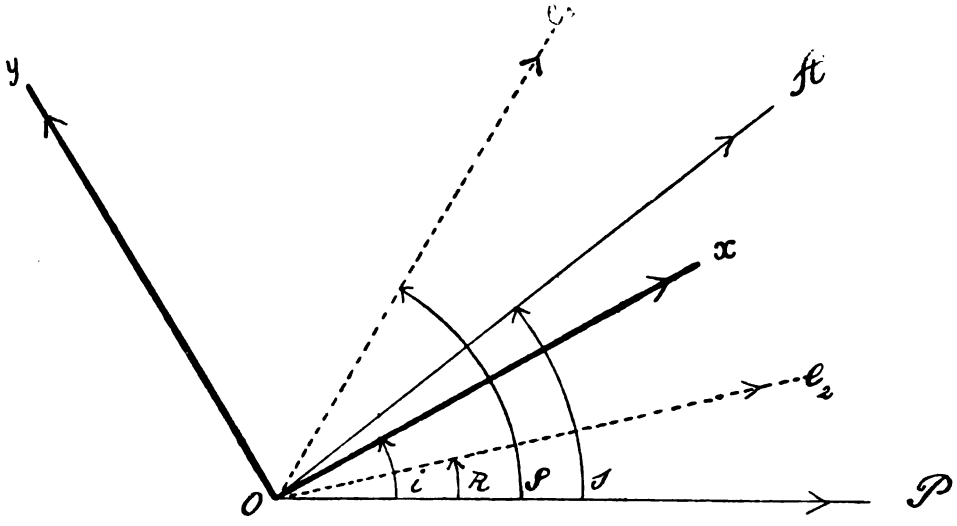


Fig. 2.

Soit i l'angle entre la droite dirigée (OP) de la vibration incidente et la droite dirigée Ox. Alors on trouve[2]), que la droite dirigée de la vibration e_1 forme avec OP l'angle

[1]) Traité d'optique, tome premier, chapitre IV p. 239.

[2]) Mascart loco cit.

Digitized by Google

$$\varrho = 2\,i \tag{2}$$

et la droite dirigée de la vibration e_2 l'angle R déterminé par l'équation suivante:

$$\sin R \cos \frac{\delta}{2} = - \cos R \sin \frac{\delta}{2} \sin 2\,\varphi. \tag{3}$$

Les demi-diamètres conjuguées p et q forment donc l'angle $2i - R$. L'équation (3) découle des deux suivantes:

$$q \sin R = - \sin \frac{\delta}{2} \sin 2\,\varphi$$

$$q \cos R = \cos \frac{\delta}{2}\,.$$

On a donc:

$$q^2 = \cos^2 \frac{\delta}{2} + \sin^2 \frac{\delta}{2} \sin^2 2\,\varphi.$$

Il est enfin: (4)

$$p = \cos 2\,\varphi \sin \frac{\delta}{2}\,.$$

En projetant les vibrations conjuguées e_1, e_2 sur la droite dirigée des vibrations dans l'analyseur (OA), la droite qui est dans l'azimut s avec OP, on trouve pour l'intensité (I) de la lumière émergeant de l'analyseur la valeur suivante:

$$I = p^2 \cos^2 (2\,i - s) + q^2 \cos^2 (s - R). \tag{5}$$

§ 2. En nous basant sur la théorie de M. Mascart, indiquée dans le § 1, nous posons la question suivante: en admettant que les directions principales du milieu examiné soient parfaitement inconnues, comment pourrait-on les trouver? Par l'analogie avec le cas de la biréfringence pure, nous posons $s = \frac{\pi}{2}$ (nicols croisés) et nous cherchons la condition pour laquelle l'intensité de la lumière homogène, émergeant de l'analyseur, sera nulle ou minimum. On trouve aisément que I est alors minimum pour $i = n\frac{\pi}{2}$ (n représente un entier quelconque) et que cette valeur minimum de I est

$$I_0 = q^2 \sin^2 R = \sin^2 \frac{\delta}{2} \sin^2 2\,\varphi\,.$$

Digitized by Google

On voit que la condition du minimum de I pour les nicols croisés est dans le cas général la même que dans le cas de la biréfringence pure [1]) et que — abstraction faite du cas où $\delta = \pm 2 n \pi$ — la valeur I_0 ne peut être nulle pour $\varphi \neq 0$. Elle est petite, quand $sin\, 2\varphi$ est voisin de zéro, c'est-à-dire, quand le pouvoir rotatoire n'est pas considérable. Dans ce cas on pourrait par ce moyen déterminer approximativement les directions principales. Mais dans le cas contraire, où le pouvoir rotatoire est plus grand, cette méthode donnerait des résultats certainement inexacts. On a donc intérêt à abandonner le cas spécial $s = \frac{\pi}{2}$ et à examiner les conditions générales qui rendent $I = 0$ dans la lumière homogène.

Pour que $I = p^2 cos^2 (2i - s) + q^2 cos^2 (s - R)$ soit égal à zéro, il faut et il suffit qu' on ait simultanément:

$$p^2 cos^2 (2i - s) = 0 \tag{1}$$

et

$$q^2 cos^2 (s - R) = 0 . \tag{2}$$

Soient s_0 et i_0 les valeurs de s et de i qui satisfont à ces conditions.

Excluons le cas: $\delta = \pm (2n + 1)\pi$ et simultanément $\varphi = 0$, c'est-à-dire le cas $q^2 = cos^2 \frac{\delta}{2} + sin^2 \frac{\delta}{2} sin^2 2\varphi = 0$, dans lequel l'angle R n'a plus de sens et cesse d'être déterminé par l'équation (3) du § 1. On a alors:

$$R = s_0 \mp (2n + 1) \frac{\pi}{2} . \tag{2'}$$

En excluant ensuite le cas dans lequel $\varphi = \frac{\pi}{4}$ et simultanément $\delta \neq 2 n \pi$ et le cas où $\delta = \pm 2 n \pi$ et φ est quelconque, (c'est-à-dire tous les cas où $p = cos\, 2\varphi\, sin \frac{\delta}{2} = 0$, on a, d'après l'équation (1)

[1]) Bien que ce résultat paraisse presque évident, A. Kundt (Wied. Ann. 1881.) avait énoncé, à propos de ses recherches sur la double réfraction accidentelle dans les liquides en mouvement, la supposition suivante: La position des points de l'obscurité relative entre les nicols croisés n'indique point la position des axes de la biréfringence accidentelle. Notre résultat indique que cette supposition n'est pas exacte. Les recherches de Kundt montrent donc que les axes optiques dans les dissolutions de gélatine et de gomme arabique déformées sont situées autrement que l'exige la théorie classique de la viscosité.

Digitized by Google

$$2\,i_0 = s_0 \mp (2n+1)\frac{\pi}{2}. \qquad (1')$$

Les trois cas exclus se caractérisent pour l'expérience par cela que l'on peut obtenir $I = 0$ pour chaque orientation du polariseur par rapport au corps examiné. Il résulte en détail des équations précédentes ce qui suit:

Le premier cas ($q = 0$) est identique à celui où l'angle qu'on trouve pour $I = 0$ entre les directions de l'analyseur et du polariseur varie avec l'orientation de ce dernier par rapport au corps examiné. C'est le cas bien connu de la lame de demi-onde.

Le second cas [$\varphi = \frac{\pi}{4}$ et simultanément $\delta \neq 2n\pi$] est identique à celui où l'angle entre l'analyseur et le polariseur pour $I = 0$ est toujours le même, mais différent de $\pm\frac{\pi}{2}$ quelle que soit l'orientation du polariseur relativement au corps examiné. Dans ce cas bien connu (pouvoir rotatoire pur) les directions principales n'ont aucune signification physique. R est ici „l'angle de la rotation" et l'équation (3) du § 1 montre que l'on a alors: $\delta = -2R \pm 2n\pi$.

Enfin le troisième cas ($\delta = \pm 2n\pi$, φ étant quelconque) est identique à celui où l'orientation du polariseur par rapport au corps, quand $I = 0$, est arbitraire comme dans les deux cas précédents, mais dans lequel l'angle entre l'analyseur et le polariseur est constamment égal à $\frac{\pi}{2}$. En opérant avec une lumière homogène, comme on l'a admis au commencement, on ne peut donc déterminer dans ce cas, ni les directions principales, bien qu'elles existent pour $\varphi \neq \frac{\pi}{4}$, ni la valeur de φ.

Dans tous les autres cas possibles, les deux équations (1'), (2') s'appliquent sans exception. La valeur de s_0 et par suite celle de $2\,i_0$ sont alors fixées à $\pm\pi$ près par la constante R, et on a toujours $R = 2\,i_0 \pm n\pi$. Comme alors i_0 est déterminé à $\pm n\frac{\pi}{2}$ près, on trouvera toujours deux positions, mais deux seulement, du polariseur par rapport au corps, pour lesquelles on peut obtenir $I = 0$. Elles diffèrent évidemment entre elles de $\frac{\pi}{2}$.

Digitized by Google

La valeur de $\left(s_2 - \frac{\pi}{2}\right)$ déterminée par l'expérience permet, dans tous ces cas, de déterminer à $\pm\pi$ près les angles $2i_0$ et aussi R, c'est-à-dire les directions principales du corps examiné et, d'aprés l'équation (3) du § 1, une relation entre les grandeurs cherchées φ et δ.

L'équation (1') montre que les directions pricipales sont pour $I = 0$ toujours enfermées toutes les deux dans l'angle obtus formé par les directions du polariseur et de l'analyseur (AA et PP) et qu'el les sont symétriquement disposées par rapport à ces dernières, comme on le voit sur la figure 3.

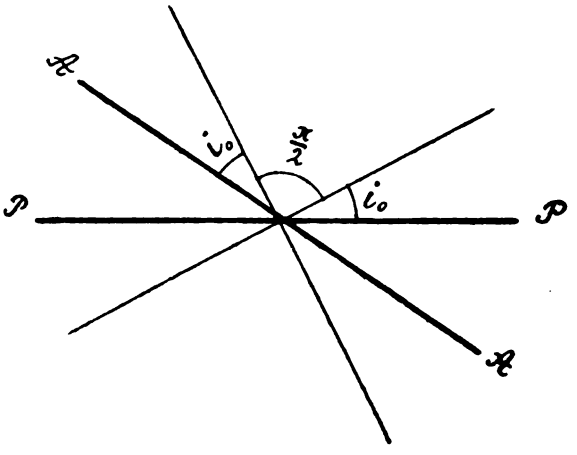


Fig. 3.

Dans la pratique, on prendra pour s_0 l'angle obtus $\bar{s}_0$ qu'on trouve entre AA et PP, pour $I = 0$, mais avec le signe conforme à la convention acceptée dans les formules et dans les figures précédentes, c'est-à-dire avec le signe $+$ dans le cas représenté par la figure I et avec $-$ dans le cas de la figure II.

Dans les deux cas limites entre les précedents, c'est-à-dire où $|\bar{s}_0| = \frac{\pi}{2}$ ou $|\bar{s}_0| = \pi$, ou peut prendre le signe arbitrairement.

En calculant ainsi, on peut être assuré que la vraie valeur de s_0, et par conséquent de R, sera alors déterminé à $\pm\pi$ près. Donc si l'on pose:

Digitized by Google

$$\bar{R} = \bar{s}_0 \mp \frac{\pi}{2},$$

on pourra écrire sans ambiguité quant au signe l'équation suivante:

$$\cos\frac{\delta}{2}\sin\bar{R} = -\cos\bar{R}\sin 2\varphi\sin\frac{\delta}{2}, \tag{3}$$

abstraction faite d'une erreur dans la détermination de $\bar{s}_0$.

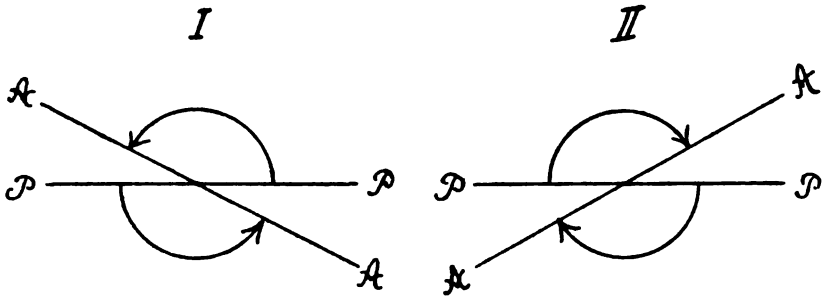


Fig. 4.

Il sera le plus simple de poser dans le cas I de la fig. 4:

$$\bar{R} = \bar{s}_0 - \frac{\pi}{2} = +\left(|\bar{s}_0| - \frac{\pi}{2}\right),$$

et dans le cas II:

$$\bar{R} = \bar{s}_0 + \frac{\pi}{2} = -\left(|s_0| - \frac{\pi}{2}\right).$$

On aura alors toujours $|\bar{R}| \leqslant \frac{\pi}{2}$.

Il suit évidemment du précédent que dans l'expérience on pren

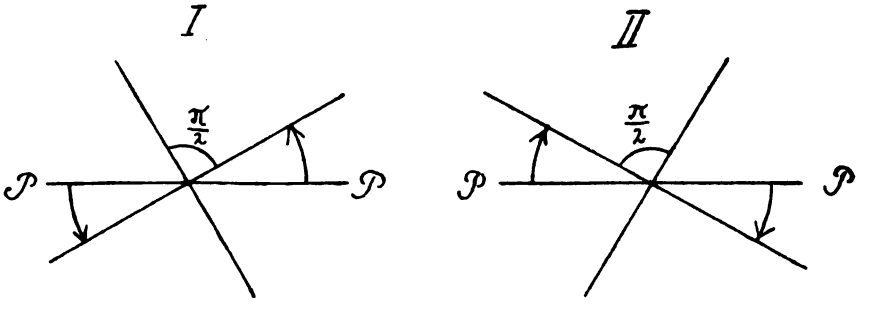


Fig. 4.

Digitized by Google

dra pour une des directions principales (sans distinguer entre ox et oy) la direction que fait l'angle $\frac{R}{2}$ avec le polariseur, comme on le voit sur la figure 5.

La remarque suivante ne nous semble pas être inutile: si l'orientation du polariseur par rapport au corps examiné n'est pas arbitraire pour $I = 0$, on déduit alors des équations (1'), (2') et (3) que

1) dans le cas de $s_0 = \frac{\pi}{2}$, on a: $\varphi = 0$ et δ quelconque, mais différent de $\pm n\pi$, le cas bien connu de la biréfringence pure — et que

2) dans le cas de $s_0 = \pi$ on a: $\delta = \pm(2n+1)\pi$ et φ quelconque, mais différent de zéro.

§ 3. La méthode expérimentale que nous venons de décrire nous donne non seulement les directions principales du corps examiné, mais aussi en général, une relation entre les constantes φ et δ. Nous essayerons maintenant de trouver une seconde relation entre ces grandeurs.

Dans le paragraphe précédent nous avons démontré que la lumière émergeant du corps examiné est polarisée rectilignement, si la direction du polariseur forme l'angle $\frac{R}{2}$ avec une des directions principales du corps. Dans tout autre cas, la lumière est polarisée elliptiquement et l'ellipse de la vibration est caractérisée par ses composantes „conjuguées“:

$$e_1 = p \cos\left(\tau - \frac{\delta}{2}\right)$$

$$e_2 = q \sin\left(\tau - \frac{\delta}{2}\right).$$

(Voir la fin du § 1).

Quelle est la forme et la position de cette ellipse dans le cas où le polariseur fait avec Ox l'angle:

$$i = \frac{R}{2} \pm (2n+1)\frac{\pi}{4} \quad ?$$

Les demi-diamètres conjugués de l'ellipse, p et q, faisant toujours l'angle $2i - R$, ils sont maintenant perpendiculaires. Par suite p et q sont, dans ce cas spécial, les demi-axes de l'ellipse en que-

Digitized by Google

stion. Sa position est aussi déterminée, le diamètre q faisant toujours l'angle R avec le polariseur.

Nous posons:

$$p = \sin \mu, \quad q = \cos \mu.$$

Pour $\mu = \frac{\pi}{2}$, on a $q = 0$, c'est-à-dire: $\delta = \pm (2n + 1)\pi$ et simultanément $\varphi = 0$.

Pour $\mu \neq \frac{\pi}{2}$, on peut écrire:

$$\left.\frac{p}{q}\right| = tg\, \mu,$$

$$\text{ou} \quad \cos^2 2\varphi \sin^2 \frac{\delta}{2} = \left(\cos^2 \frac{\delta}{2} + \sin^2 2\varphi \sin^2 \frac{\delta}{2}\right) tg^2 \mu, \qquad (\alpha)$$

d'après (4) § 1.

Cette équation rapprochée de l'équation:

$$\sin^2 R \cos^2 \frac{\delta}{2} = \cos^2 R \sin^2 2\varphi \sin^2 \frac{\delta}{2} \qquad (\beta)$$

(voir l'équation 3 du § 1.) donne:

$$\cos^2 R \cos^2 2\varphi \sin^2 \frac{\delta}{2} = \cos^2 \frac{\delta}{2} tg^2 \mu. \qquad (\gamma)$$

En multipliant les deux dernières équations, on obtient:

$$(\sin^2 R \cos^2 2\varphi - \sin^2 2\varphi\, tg^2 \mu) \sin^2 \delta \cos^2 R = 0.$$

Attendu que R ne peut être égal à $(2n + 1)\frac{\pi}{2}$ que dans le cas: $\delta = (2n + 1)\pi$, il est évident que pour $\delta \neq n\pi$ il doit être:

$$\cos^2 2\varphi \sin^2 R = \sin^2 2\varphi\, tg^2 \mu$$

De plus l'équation (α) montre que la derniere équation est aussi vérifiée dans le cas où $\delta = \pm (2n + 1)\pi$ pour φ différent de zéro, puisque on a alors toujours $\sin^2 R = 1$.

Si pour $\delta \neq 2n\pi$, on trouve $R = 0$, on a d'aprés l'équation (β) $\varphi = 0$. En excluant ce cas, ainsi que les cas où $\delta = \pm 2n\pi$ et où $q = 0$, on a, dans tous les autres cas, $\varphi \neq 0$ et $R \neq 0$.

On peut donc alors écrire:

$$\cot 2\varphi = \frac{tg\, \mu}{\sin R}. \qquad (1)$$

Digitized by Google

En ajoutant les équations (β) et (γ), on obtient:

$$(\sin^2 R + tg^2 \mu) \cos^2 \frac{\delta}{2} = \cos^2 R \sin^2 \frac{\delta}{2},$$

d'où il suit:

$$\cos \delta = \cos 2 R \cos^2 \mu - \sin^2 \mu. \tag{2}$$

Le signe de $\sin \delta$ est donné pour $\varphi \neq 0$ par l'équation (3) du § 1., si nous l'écrivons sous la forme:

$$2 \sin R \cos^2 \frac{\delta}{2} = - \sin 2 \varphi \cos R \sin \delta, \tag{3}$$

où $\sin 2 \varphi$ est d'après la définition toujours positif.

Il s'ensuit qu'on aura $\sin \delta < 0$ dans le cas I de la fig 4. et $\sin \delta > 0$ dans le cas II.

On voit donc que δ est déterminé par les équations (2) et (3) à $\pm 2 n \pi$ près (abstraction faite du cas: $\varphi = 0$).

Il est vrai que cela ne nous permet pas encore de répondre à la question suivante: quelle est celle des deux vibrations elliptiques qui se propage le plus vite, c'est-à-dire $\delta > 0$ ou $\delta < 0$? Mais il suffit pour cela p. e. de savoir d' avance que $|\delta| < \pi$, ce qui est le cas le plus ordinaire. Dans le cas où on ne sait pas si $|\delta| < \pi$, on peut résoudre cette question en variant l'épaisseur du corps, sa déformation, le genre de la lumière homogène etc.

Les équations (1) et (2) permettent donc de calculer φ et δ à l'aide des deux grandeurs expérimentales R et μ.

Pour trouver μ, c'est-à-dire la forme d'ellipse pour

$$i = \frac{R}{2} \pm (2 n + 1) \frac{\pi}{4},$$

il faut procéder de la manière suivante.

Le polariseur étant d'abord placé, pas rapport au corps examiné, comme dans la première expérience, on le fait tourner d'un angle $\frac{\pi}{4}$. Il ne reste alors qu' à déterminer la forme de la vibration elliptique émergeant du corps. C'est ce qu'on peut faire à l'aide d'une lame quart-onde, d'aprés la méthode bien connue. On superpose la lame au corps examiné, de manière que la lumière émergeant de la lame soit polarisée rectilignement. L'angle μ est alors l'angle compris

Digitized by Google

entre la direction de cette vibration rectiligne et la direction principale de la lame $\frac{\lambda}{4}$, à savoir la direction que fait l'angle R avec le polariseur.

Le procédé décrit dans ce paragraphe est évidemment une généralisation de la méthode de Sénarmont qui ne s'applique qu'au cas de la biréfringence pure.

§ 4. Le polariscope le plus simple qui permettrait d'évaluer les angles $\bar{s}_0$ et μ, serait évidemment constitué par deux nicols qu'on pourrait faire tourner autour du même axe de manière que le mouvement de l'un d'eux fût indépendant du mouvement de l'autre. Dans un polariscope de ce genre, l'observation de $\bar{s}_0$ s'effectuerait par réglage des positions du polariseur et de l'analyseur jusqu' à ce que le champ de la vision fût parfaitement obscur. Au lieu du nicol ordinaire on peut toutefois faire usage d'un autre analyseur qui révèle la polarisation elliptique, p. e. d'un analyseur elliptique [1]) quelconque. En tournant alors le nicol polariseur jusqu' à ce que l'on obtienne la polarisation rectiligne, nous trouvons directement la position du polariseur dans l'expérience première. Il faut encore déterminer dans une seconde observation le plan de la polarisation rectiligne; pour cela, on peut se servir du nicol ordinaire avec le quartz double [2]) d'une épaisseur convenable. L'angle formé par la direction du polariseur et celle de l'analyseur nous donne la valeur de s_0.

Un procédé tout à fait analogue s'applique aussi dans l'expérience servant pour déterminer l'angle μ. Lorsque le polariseur fait déjà un angle $\frac{R}{2} \pm (2n+1)\frac{\pi}{4}$ avec une des directions principales, on place la lame $\frac{\lambda}{4}$ sur le corps examiné. A l'aide de l'analyseur elliptique on trouve la position de la lame qui donne la polarisation rectiligne; en remplaçant alors l'analyseur elliptique par le nicol ordinaire avec le quartz double on détermine la direction de cette vibration rectiligne. Cette dernière fait alors l'angle μ avec

[1]) Mascart II, X. p. 67.

[2]) Beaulard Journal de physique. 1893 t. II, p. 400.

Digitized by Google

la direction principale de la lame $\frac{\lambda}{4}$, notamment avec celle qui forme l'angle R avec le polariseur.

Pour l'analyseur elliptique, nous prendrons l'analyseur à pénombre de Cornu lié constamment avec une lame $\frac{\lambda}{4}$ [1]). Cet appareil peut en effet révéler de très petites traces de polarisation elliptique. On peut s'en convaincre par le calcul suivant.

Nous supposons que l'une des directions principales *(ov)* de la lame $\frac{\lambda}{4}$ coïncide avec le plan bissecteur de l'angle *(2α)* formé par les directions des vibrations (I, II) des deux nicols dans le biprisme de Cornu.

Nons admettons qu'une lumière elliptique tombe sur notre analyseur et que le grand axe de l'ellipse fait l'angle ε avec la direction *(ou)* de la lame.

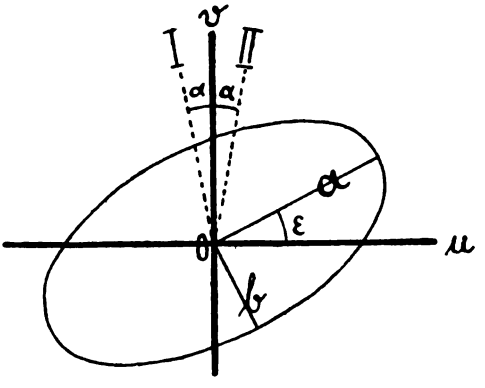


Fig. 6.

Les intensités de la lumière dans les deux moitiés du champ de vision seront alors:

[1]) Cet appareil pourrait être remplacé par un nicol ordinaire lié avec la lame $\frac{\lambda}{4}$ double, c'est à dire avec la lame dont les deux moitiés auraient les directions principales orientées perpendiculairement. Ces dernières devraient former avec les directions du nicol un petit angle α.

Digitized by Google

$$I_I = a^2\left[\sin^2(\alpha+\varepsilon) - \frac{1}{2}\sin 2\varepsilon \sin 2\alpha\right]$$
$$+ b^2\left[\cos^2(\alpha+\varepsilon) + \frac{1}{2}\sin 2\varepsilon \sin 2\alpha\right]$$
$$+ ab \sin 2\alpha$$
$$I_{II} = a^2\left[\sin^2(\alpha+\varepsilon) - \frac{1}{2}\sin 2\varepsilon \sin 2\alpha\right]$$
$$+ b^2\left[\cos^2(\alpha+\varepsilon) - \frac{1}{2}\sin 2\varepsilon \sin 2\alpha\right]$$
$$- ab \sin 2\alpha$$

Par suite $I_I - I_{II} = 2ab\sin 2\alpha$.

Dans la position de l'analyseur la plus avantageuse ($\varepsilon = 0$) le rapport de la différence des intensités des deux images à leur valeur moyenne est

$$\frac{I_I - I_{II}}{\frac{1}{2}(I_I + I_{II})} = \frac{2ab\sin 2\alpha}{a^2\sin^2\alpha + b^2\cos^2\alpha}.$$

Pour qu'on puisse encore distinguer les deux images, cette valeur ne peut pas être moindre que la limite inférieure de la différence d'éclat relative encore visible, c'est-à-dire que „la fraction de Fechner". Soit F la valeur de cette fraction, qui est environ $\frac{1}{100}$, mais plus grande pour la lumière très forte et pour la lumière très faible. L'analyseur en question nous révélera donc certainement la polarisation elliptique, pourvu que le rapport $\frac{b}{a}$ soit assez grand, pour que l'on ait:

$$\frac{4\frac{b}{a}tg\,\alpha}{tg^2\,\alpha + \frac{b^2}{a^2}} \geqslant F, \qquad \text{ou} \qquad \frac{b}{a} \geqslant \frac{2\,tg\,\alpha}{F}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{F^2}{4}}\right]$$

et par suite

$$\frac{b}{a} \geqslant \frac{F\,tg\,\alpha}{4},$$

puisque $\frac{F^2}{4}$ est très petit par rapport à l'unité.

Prenons par exemple un biprisme où $2\alpha = 5^0$, et admettons que F n'est pas encore plus grand que $\frac{1}{100}$, malgré que la lu-

Digitized by Google

mière émergeant d'un tel biprisme soit déjà assez faible pour $\varepsilon = 0$. On trouve alors

$$\frac{b}{a} \geqslant 0{,}00011 \qquad \text{ou} \qquad 0{,}3' \text{ environ.}$$

§ 5. Supposons maintenant que dans la première expérience on se serve de l'analyseur elliptique pour fixer la position du polariseur assurant la polarisation rectiligne. On se contentera évidemment de chacune des positions du polariseur pour laquelle la forme de la vibration elliptique émergeant du corps vérifie l'inégalité $\frac{b}{a} < \frac{F tg\, \alpha}{4}$. En effet l'analyseur ne révèlera plus alors la polarisation elliptique.

Pour la polarisation exactement rectiligne, il faut et il suffit que le polariseur forme l'angle $\frac{R}{2}$ avec une des directions principales. Cependant pour $\frac{b}{a}$ différent de zéro l'azimut en question doit être différent de $\frac{R}{2}$; nous le poserons égal à $\frac{R}{2} + \sigma$ et nous essayerons de déduire de l'inégalité précédente la limite supérieure de l'erreur σ.

Attendu que a et b sont les demi-axes de l'ellipse en question et p et q ses demi-diamètres conjugués, qui forment l'angle $2i - R$, on a:

$$a^2 + b^2 = p^2 + q^2 = 1$$
$$a^2 b^2 = p^2 q^2 \sin^2 (2i - R).$$

En posant $\frac{b}{a} = tg\, m$, on en déduira:

$$\sin^2 2m = 4 p^2 q^2 \sin^2 (2i - R).$$

Si dans la première expérience, le polariseur ne forme pas avec une des directions principales un angle égal à $\frac{R}{2}$ mais un angle égal à $\frac{R}{2} + \sigma$, on a:

$$i = \frac{R}{2} + \sigma \pm n \frac{\pi}{2} \qquad \text{ou} \qquad 2i - R = 2\sigma \pm n\pi$$

Digitized by Google

et la forme de l'ellipse résultante est donnée alors par l'équation suivante:

$$\sin^2 2m = 4p^2 q^2 \sin^2 2\sigma.$$

Dans la suite, nous n'entendrons par σ qu'un angle dont la valeur absolue ne dépasse pas $\frac{\pi}{4}$. Soit maintenant M la limite inférieure des valeurs de $m = arctg \frac{b}{a}$ pour lesquelles notre analyseur permet encore de reconnaître la polarisation elliptique. On a d'après ce qui précède

$$M = arctg \frac{F tg\, \alpha}{4} \qquad \text{ou} \qquad M = \frac{F tg\, \alpha}{4},$$

puisque F et α sont assez petits.

Tant que l'on a:

$$4p^2 q^2 < \sin^2 2M$$

ou ne reconnaîtra pas la polarisation elliptique quelle que soit la position du polariseur et par suite la valeur de l'angle σ, puisqu' on a alors toujours $m < M$. Mais si l'on a:

$$4p^2 q^2 \geqq \sin^2 2M$$

le biprisme nous révèlera déjà la polarisation elliptique, pourvu que la valeur de σ soit assez grande pour que l'on ait encore:

$$4p^2 q^2 \sin^2 2\sigma \geqq \sin^2 2M \quad \text{et par suite } m \geqq M.$$

Soit Σ la valeur absolue de l'angle σ qui correspond au signe de l'égalité dans la dernière relation. Dans chaque position du polariseur dans laquelle

$$|\sigma| < \Sigma, \quad \text{on a} \quad m < M$$

et on ne peut plus reconnaître la polarisation elliptique bien qu'elle existe. Appellons cet intervalle sur l'échelle du polariseur „l'intervalle de la polarisation rectiligne apparente". Son étendue, c'est-à-dire 2Σ, est donc définie par l'équation:

$$\sin^2 2\Sigma = \frac{\sin^2 2M}{4p^2 q^2} = \frac{F^2 tg^2 \alpha}{4\left[\cos^2 2\varphi \sin^2 \delta + \sin^2 4\varphi \sin^4 \frac{\delta}{2}\right]}.$$

Si Σ est très petit on peut écrire:

Digitized by Google

$$2\Sigma = \frac{M}{|pq|}.$$

Il est clair que dans l'expérience on placera le polariseur dans le centre de cet intervalle. En procédant ainsi on peut être sûr que l'erreur σ sera beaucoup plus petite que sa limite supérieure Σ, dans le cas où la dernière est considérable.

Posons que l'erreur σ est en effet différente de 0 et que par suite, la vibration émergeant du corps n'est plus rectiligne, mais qu'elle s'effectue sur une ellipse (évidemment très allongée d'après ce qui précéde). C'est alors la direction du grand axe de cette ellipse qu'on déterminera ensuite au moyen d'un nicol et du quartz double et qu'on prendra pour la direction de la vibration apparemment rectiligne.

Mais alors que la direction de la vibration exactement rectiligne fait un angle égal à $\frac{R}{2}$ avec une des directions principales, on verra plus loin que l'azimut en question du grand axe de cette ellipse sera en général $\frac{R}{2} + t$.

Le polariseur fait d'autre part l'angle $\frac{R}{2} + \sigma$ avec une des directions principales. Par suite l'angle $\mathfrak{R}$ qu'on trouve dans l'expérience entre la direction de la vibration apparemment rectiligne et entre le polariseur n'aura plus la valeur R[1]) définie par l'équation (3) du § 1, mais en général il sera:

$$\mathfrak{R} = R + t + \sigma.$$

Enfin, si on se sert d'un nicol et du quartz double pour déterminer l'angle $\mathfrak{R} = s_0 \mp \frac{\pi}{2}$, on commet encore une erreur ν qui résulte de cette dernière méthode et qui est au plus égale à $1'$[2]). On aura donc en somme:

$$\mathfrak{R} = R + \varrho + \nu$$

$$\text{où} \qquad \varrho = \sigma + t \qquad \text{et} \qquad \nu < 1'.$$

[1]) On fait ici et dans la suite abstraction du terme $\pm n\pi$, dont les grandeurs $\mathfrak{R}$ et R peuvent différer entre elles.

[2]) Beaulard l. c.

Digitized by Google

Nous prenons dans l'expérience pour une des directions principales du corps examiné, la direction que fait l'angle $\frac{R}{2}$ avec le polariseur. Mais, comme la direction principale fait en réalité un angle $\left(\frac{R}{2}+\sigma\right)$ et non pas $\frac{R}{2}$ avec le polariseur, on commet dans la détermination des directions principales l'erreur:

$$x=\left(\frac{R}{2}+\sigma\right)-\left(\frac{R+\sigma+t+\nu}{2}\right)=\frac{\sigma-t-\nu}{2}$$

$$\text{ou} \quad x=\xi-\frac{\nu}{2}, \qquad \text{en posant} \qquad \xi=\frac{\sigma-t}{2}.$$

Pour apprécier donc les erreurs ϱ et ξ, il ne nous reste qu'à exprimer t en fonction de σ.

La bissectrice de l'angle $2i-R$, que forment les diamètres conjugués p et q, fait toujours l'angle $\frac{R}{2}$ avec la direction principale Ox, puisque le diamètre q est dans l'azimut R avec le polariseur.

Donc, si le grand axe de l'ellipse résultante fait un angle $\frac{R}{2}+t$ avec une des directions principales du corps, il forme l'angle $t\pm n\frac{\pi}{2}$ avec la dite bissectrice. Un théorème bien connu nous permet alors de déterminer l'angle t par l'équation suivante:

$$tg\,2t=(p^2-q^2)\,tg\,(2i-R).$$

Si maintenant le polariseur fait un angle $\frac{R}{2}+\sigma$ avec une des directions principales, on aura $(2i-R)=2\sigma\pm n\pi$ et par suite:

$$tg\,2t=(p^2-q^2)\,tg\,2\sigma.$$

On en déduit aisément que:

$$tg\,2\varrho=tg\,2\,(\sigma+t)=\frac{2p^2\,tg\,2\sigma}{1-(p^2-q^2)\,tg^2\,2\sigma}$$

et

$$tg\,4\xi=tg\,2\,(\sigma-t)=\frac{2q^2\,tg\,2\sigma}{1+(p^2-q^2)\,tg^2\,2\sigma}.$$

Il résulte des ces expressions que l'on a dans les trois cas caractéristiques:

Digitized by Google

$$p = 0, |q| = 1, \qquad \varrho = 0 \qquad \xi = \sigma$$

$$p^2 = q^2 = \frac{1}{2}, \qquad \varrho = \sigma \qquad \xi = \frac{\sigma}{2}, \quad |\sigma| < \Sigma = M = \frac{F\,tg\,\alpha}{4}$$

$$|p| = 1, \; q = 0, \qquad \varrho = 2\sigma \qquad \xi = 0$$

Pour les cas, où σ est assez petit, pour qu'on puisse poser $tg\,2\sigma = 2\sigma$, on trouve:

$$\varrho = p^2\,2\sigma, \qquad \text{donc} \qquad |\varrho| < p^2\,2\Sigma$$

$$\xi = q^2\,\sigma, \qquad \text{donc} \qquad |\xi| < q^2\,\Sigma$$

Ces formules s'adaptent bien pour évaluer l'exactitude des mesures, puisque 2Σ est l'intervalle de la polarisation rectiligne apparente, l'intervalle qu'on observe directement. Quant aux valeurs de p, q, on les calcule alors à l'aide des valeurs de φ, et de δ (éq. 4. du § 1.) après avoir déterminé les dernières par les deux expériences.

Pour se rendre compte dans quelle mesure les limites de $|\varrho|$ et de $|\xi|$ dépendent des constantes φ, δ, on peut donner aux inégalités précédentes la forme suivante:

$$|\varrho| < M \left|\frac{p}{q}\right| = \frac{F\,tg\,\alpha}{4} \left|\frac{p}{q}\right|$$

$$|\xi| < \frac{M}{2} \left|\frac{q}{p}\right| = \frac{F\,tg\,\alpha}{8} \left|\frac{q}{p}\right|$$

Cela résulte de la relation $2\Sigma = \frac{M}{|p\,q|}$.

Dans le cas où q est voisin de zéro (δ voisin de $\pm(2n+1)\pi$ et φ de zéro) la limite de $|\varrho|$ sera grande, mais on peut prendre par exemple: $\delta = (2n+1)\pi + 30'$, $\varphi = 8'$ et la limite de $|\varrho|$ sera encore petite, car on trouve alors $\left|\frac{p}{q}\right| = 165$ à peu près; par suite pour $F = \frac{1}{100}$, $2\alpha = 5^0$ on aura: $|\varrho| < 55'$.

Au contraire dans le cas, où p est voisin de zéro (φ voisin de $\frac{\pi}{4}$ ou δ voisin de $\pm 2n\pi$), la limite de $|\xi|$ peut être grande, mais on peut prendre par exemple $\varphi = 44^0\,30'$ et $\delta = 2n\pi \pm \frac{\pi}{8}$ et la li-

Digitized by Google

mite de ξ sera encore petite, car on trouve alors: $\left|\frac{q}{p}\right| = 150$ à peu près et par suite pour $F = \frac{1}{100}$, $2\alpha = 5^0$, nous aurons: $|\xi| < 25'$.

Dans la première expérience on a placé le polariseur dans l'azimut $\frac{R}{2} + \sigma$ avec une des directions principales. Si l'on tourne ensuite d'un angle $\frac{\pi}{4}$, on aura $i = \frac{R}{2} + \sigma \pm (2n+1)\frac{\pi}{4}$, ou $2i - R = 2\sigma \pm (2n+1)\frac{\pi}{2}$. La forme de l'ellipse émergeant du corps étant en général donnée par l'équation:

$$\sin^2 2m = 4p^2 q^2 \sin^2 (2i - R),$$

elle s'exprimera maintenant par l'équation:

$$\sin^2 2m = 4p^2 q^2 \cos^2 2\sigma.$$

Pour $\mu = \operatorname{arctg}\frac{p}{q}$ on a cependant:

$$\sin^2 2\mu = 4p^2 q^2.$$

Il en résulte que m n'est pas en général égal à μ, si l'erreur σ est différente de zéro, mais on verra ausitôt qu'on aura toujours:

$$|\mu - m| < M = \frac{F \operatorname{tg} \alpha}{4},$$

tant qu'il est $\qquad 4p^2 q^2 \geqslant \sin^2 2M.$

En effet, les équations précédentes donnent toujours:

$$\sin^2 2m = \sin^2 2\mu - 4p^2 q^2 \sin^2 2\sigma,$$

et comme dans le cas considéré, il est:

$$\sigma < \Sigma \qquad \text{et} \qquad 4p^2 q^2 \sin^2 2\Sigma = \sin^2 2M,$$

on aura:

$$0 \leqslant \sin^2 2\mu - \sin^2 2m < \sin^2 2M,$$

d'où il suit:

$$|\sin 2\mu - \sin 2m| < \frac{\sin^2 2M}{\sin 2\mu + \sin 2m}.$$

Mais, puisque dans ce cas il est aussi

$$\sin 2\mu \geqslant \sin 2M,$$

Digitized by Google

il doit être

$$\sin 2\mu - \sin 2m < \frac{\sin 2M}{1 + \frac{\sin 2m}{\sin 2M}},$$

ou à fortiori:

$$\sin 2\mu - \sin 2m < \sin 2M.$$

M étant assez petit, on peut écrire:

$$\mu - m < M, \qquad \text{c'est à dire}$$

$$m = \mu + \eta. \qquad \text{où} \qquad \eta < M.$$

Quant au cas où $\qquad 4p^2q^2 < \sin^2 2M$

et par suite $\qquad \sin^2 2\mu < \sin^2 2M,$

on voit immédiatement que. lorsque l'inégalité première est vérifiée. parce que p est voisin de zéro, on aura:

$$o < \mu < M,$$

et, si le cas supposé a lieu parce que q est voisin de zéro, on aura:

$$\frac{\pi}{2} - M < \mu < \frac{\pi}{2}.$$

Voilà les limites pour la valeur de μ dans tous les cas où, dans la première expérience, l'analyseur décrit plus haut ne révèle la polarisation elliptique pour aucune position du polariseur.

Le polariseur placé une fois dans l'azimut $\frac{R}{2} + \sigma \pm (2n+1)\frac{\pi}{4}$ avec une des directions principales, on détermine ensuite la forme de l'ellipse résultante, c'est-à-dire l'angle $m = \mu + \eta$, à l'aide de la lame $\frac{\lambda}{4}$. On cherche d'abord à placer la lame de telle manière que la lumière, qui en émerge, soit rectilignement polarisée. Pour cela il faut et il suffit que les axes principaux de la lame coïncident avec les axes de l'ellipse examinée. Si cette condition n'est pas remplie et qu'une direction de la lame fasse un angle ε avec un axe de l'ellipse, la vibration émergeant de la lame sera déjà elliptique. On peut démontrer que la forme de cette ellipse. définie par le rapport $\frac{b'}{a'} = tg\, m'$ est alors telle que l'on a:

$$m' = \varepsilon.$$

Digitized by Google

Si dans l'expérience on se sert de l'analyseur elliptique pour fixer la position de la lame $\frac{\lambda}{4}$, assurant la polarisation rectiligne, on se contentera de chacune des positions de la lame pour laquelle $m' < M$, et par suite $\varepsilon < M$. On obtiendra donc en général au lieu de la polarisation exactement rectiligne une ellipse, — très allongée tant que M est très petit.

C'est alors la direction du grand axe de cette ellipse qu'on prendra pour la direction de la vibration apparemment rectiligne.

Soit ϑ l'angle formé par la direction considérée et la direction principale de la lame $\frac{\lambda}{4}$, notamment la direction que fait l'angle R avec le polariseur. D'après le § 3. on prendra ϑ pour μ. Mais ϑ, c'est à dire l'angle formé par le grand axe de l'ellipse émergeant de la lame $\frac{\lambda}{4}$ et sa direction principale, satisfait, comme on le peut démontrer, à l'équation suivante:

$$tg\, 2\vartheta = \frac{tg\, 2m}{\cos 2\varepsilon};$$

m représente ici la forme de l'ellipse émergeant du corps examiné. Comme on avait $\varepsilon < M = \frac{F\, tg\, \alpha}{4}$, on peut écrire: $1 \geqslant \cos 2\varepsilon > 1 - 2M^2$, et par suite:

$$tg\, 2m < tg\, 2\vartheta < \frac{tg\, 2m}{1 - 2M^2}.$$

Donc, en négligeant $2M^2$ auprès de l'unité, on a:

$$\vartheta = m = \mu + \eta, \qquad \text{où} \qquad \eta < M.$$

Pour mesurer l'angle ϑ, il ne reste qu' à déterminer encore la position qu'occupe alors la direction principale de la lame. Pour cela il suffirait de connaitre d'avance les sections principales de la lame relativement p. e. au nicol analyseur. Si pour une détermination de cette sorte, on a fait usage du nicol et du quartz double, on a commis déjà une erreur $\nu \leqslant 1'$.

Ensuite on a employé pour la deuxiéme fois le nicol avec le quartz double, à savoir pour déterminer la direction de la vibration apparemment rectiligne, comme on l'a mentionné plus haut. L'erreur

Digitized by Google

ν sera donc commise deux fois. Soit maintenant μ l'angle qu'on prend dans cette expérience pour μ. On aura d'après ce qui précède:

$$\mu = \vartheta + 2\nu = \mu + \eta + 2\nu.$$

On peut encore déterminer l'angle ϑ par un procédé qui n'exige pas la connaissance des sections principales de la lame $\frac{\lambda}{4}$. En effet, après avoir déterminé la direction de la vibration apparemment rectiligne, émergeant de la lame, on remplace de nouveau le nicol ordinaire par l'analyseur elliptique et on tourne la lame jusqu' à ce que l'on trouve sa seconde position, assurant la polarisation rectiligne. On détermine ensuite la direction de cette vibration à l'aide du nicol et du quartz double. Soit alors 2μ l'angle qu'on trouve entre les deux directions déterminées, notamment l'angle dont la bissectrice forme avec la polariseur un angle égal à peu près à R.

Il est clair que l'on a dans ce cas:

$$2\bar{\mu} = 2\vartheta + 2\varepsilon + 2\nu$$

et, en posant $\eta + \varepsilon = \gamma$,

$$\bar{\mu} = \mu + \gamma + \nu$$

$$\text{où } |\gamma| < 2M \quad \text{et} \quad \nu \leqslant 1'.$$

Appelons maintenant $\bar{\delta}$ et $\bar{\varphi}$ les valeurs qu'on obtient à l'aide des équations (1) et (2) du 3. §, en y posant pour μ et pour R, les grandeurs $\bar{\mu}$ et $\bar{R}$, trouvées par l'expérience.

En supposant que les erreurs $(\bar{\mu} - \mu)$ et $(\bar{R} - R)$. soient suffisamment petites, on calcule aisément les erreurs $(\bar{\delta} - \delta)$ et $(\bar{\varphi} - \varphi)$ par la méthode bien connue. En effet on peut alors écrire:

$$\bar{\delta} - \delta = (\bar{\mu} - \mu)\frac{\partial \delta}{\partial \mu} + (\bar{R} - R)\frac{\partial \delta}{\partial R}$$

et, comme il est (voir l'eq. 2 du § 3):

$$\delta = \mp \, arc\, cos\,(cos\, 2R\, cos^2 \mu - sin^2 \mu),$$

on aura

$$\bar{\delta} - \delta = \mp (\gamma + \nu) \,.\, 2\, cos\, 2\varphi\, |cos\, R| - (\varrho + \nu)\, 2\, sin\, 2\varphi,$$

par suite

$$|\bar{\delta} - \delta| < (2M + |\nu|)\, 2\, cos\, 2\varphi\, |cos\, R| + (|\varrho| + |\nu|)\, 2\, sin\, 2\varphi,$$

puisque il est $|\gamma| < 2M$.

Digitized by Google

Il sera donc à fortiori:

$$\bar{\delta} - \delta < 4(M + |\nu|) + |\varrho| \,.\, 2 \sin 2\varphi.$$

De plus, attendu que

$$|\varrho| < M \left|\frac{p}{q}\right|,$$

il sera

$$|\varrho| \,.\, 2 \sin 2\varphi < \frac{2M}{\sqrt{1 + \left(\frac{\cot \frac{\delta}{2}}{\sin 2\varphi}\right)^2}} < 2M.$$

On aura donc enfin:

$$|\bar{\delta} - \delta| < 6M + 4|\nu|,$$

où

$$M = |pq| \,.\, 2\Sigma = \frac{F \operatorname{tg} \alpha}{4}, \qquad \text{et} \qquad |\nu| \leqslant 1'.$$

En supposant p. e. $2\alpha = 5^0$, $F = \frac{1}{100}$, on aurait $M = 0{,}3'$ et par suite:

$$|\bar{\delta} - \delta| < 6'.$$

Dans la supposition faite plus haut on peut pareillement écrire

$$\bar{\varphi} - \varphi = (\bar{\mu} - \mu) \frac{\partial \varphi}{\partial \mu} + (\bar{R} - R) \frac{\partial \varphi}{\partial R}$$

et, comme (eq. 1. du § 3.):

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arc\,cot} \frac{\operatorname{tg} \mu}{\sin R},$$

on aura:

$$\bar{\varphi} - \varphi = (\gamma + \nu) \frac{-\sin 2\varphi}{2\left|q \sin \frac{\delta}{2}\right|} - (\varrho + \nu) \frac{\cos 2\varphi}{2\left|\operatorname{tg} \frac{\delta}{2}\right|}.$$

L'inégalité $|\varrho| < M \,.\, \left|\frac{p}{q}\right|$ donne:

$$|\varrho| \,.\, \frac{\cos 2\varphi}{2\left|\operatorname{tg} \frac{\delta}{2}\right|} < \frac{M}{2\sqrt{1 + \sin^2 2\varphi \operatorname{tg}^2 \frac{\delta}{2}}} < \frac{M}{2}.$$

Digitized by Google

Il vient enfin:

$$|\varphi - \varphi| < \frac{M}{2} + (2M + |v|) \frac{\sin 2\varphi}{2\left|q \sin \frac{\delta}{2}\right|} + |v| \frac{\cos 2\varphi}{2\left|tg \frac{\delta}{2}\right|}.$$

Le coefficient du second terme peut devenir grand aussi bien dans le cas où q est très voisin de zéro, que dans le cas où δ est très voisin de $\pm 2n\pi$. Le coefficient du troisième terme ne peut devenir grand que dans le dernier cas.

Prenons par exemple: $\delta = (2n+1)\pi \pm 4'$, $\varphi = 1'$ et par suite $|q| = \frac{1}{1200}$. On aura alors:

$$\frac{\sin 2\varphi}{2\left|q \sin \frac{\delta}{2}\right|} = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad \frac{\cos 2\varphi}{2\left|tg \frac{\delta}{2}\right|} = 0{,}0003.$$

Si l'on prend au contraire $\delta = 2n\pi \pm 5^0$, on aura:

$$\frac{\sin 2\varphi}{2\left|q \sin \frac{\delta}{2}\right|} < 12 \,.\, \sin 2\varphi \quad \text{et} \quad \frac{\cos 2\varphi}{2\left|tg \frac{\delta}{2}\right|} = 11 \cos 2\varphi.$$

Considérons enfin les cas où $p \,.\, q$ est assez voisin de zéro, pour que l'analyseur, décrit au 4. §, ne révèle dans la première expérience la polarisation elliptique pour aucune des positions du polariseur. L'inégalité

$$2\,|pq| < \sin 2M$$

étant alors vérifiée, on en conclut ce qui suit [1]).

1. Dans le cas où le corps examiné donne presque la rotation pure on aura approximativement:

$$\sin^2\left(\frac{\pi}{4} - \varphi\right) < \frac{M}{\left|\sin \frac{\delta}{2}\right|}.$$

2. Pour δ voisin de $\pm 2n\pi$, on aura:

$$\left|\sin \frac{\delta}{2}\right| < \frac{M}{\cos 2\varphi}.$$

[1]) Voir au 2. § la caractéristique des trois cas extrêmes, où l'on a $pq = 0$.

Digitized by Google

3. Dans le cas où le corps se comporte presque comme la lame demi-onde, on aura:

$$\varphi < \frac{M}{2} \quad \text{et} \quad \delta - (2n+1)\pi < 2M.$$

En terminant, nous sommes heureux d'exprimer ici notre profonde reconaissance à M. le professeur A. Witkowski pour avoir mis à notre disposition les ressources de son laboratoire, ce qui nous a permis de contrôler quelques-uns des résultats du calcul précédent.

Cracovie. Laboratoire de Physique de l'Université.

---

47. M. VL. KULCZYŃSKI m. c. **Fragmenta arachnologica.**
(Accedit tabula XIV).

I. Descriptiones specierum novarum.

Rhomphaea longa n. sp.

Femina. *Cephalothorax* 1·75, cum mandibulis 1·97 mm longus, clypeo, quum desuper adspicitur, 0·32 mm longo, circiter in $^8/_{11}$ longitudinis, ubi latissimus est, 0·87 latus, anteriora versus primo leviter angustatus, inter coxas I et II in angulum latum obtusum dilatatus (inter apices horum angulorum 0·81 latus), tum usque ad clypei marginem fortius angustatus lateribus modice, inaequabiliter concavis; sulcus transversus paribus fere intervallis a margine postico et ab oculis remotus. Supra margines laterales cephalothorax carinâ ornatur obtusâ, sed sat bene expressâ, quâ a scuto dorsuali proprio limbus marginalis distinguitur, fortasse reliquo scuto dorsuali paullo mollior, latus (in parte posteriore ca. 0·2 mm). Carina haec inter oculos anticos et marginem cephalothoracis initium capit, a margine paullo minus quam ab oculis anticis mediis remota, optime evoluta, utrimque depressione latâ definita, retro directa, paullulo incurvata; posterius minus expressa est, marginibus cephalothoracis plus minusve parallela, prope sulcum dorsualem paullo sinuata; limbus eâ distinctus in parte anteriore declivis, in posteriore, multo maiore, ad perpendiculum directus ita, ut veri margines cephalothoracis hic desuper non conspiciantur. Subtilissime reticulatus est cephalothorax, modice nitidus, in parte posticâ laterali utrâque dense

Digitized by Google

transverse striatus! Desuper adspecta series *oculorum* posterior sat fortiter procurva, marginibus posticis oculorum lateralium paullulo pone medium mediorum sitis; series anterior fortissime recurvata: oculis aream trapezicam occupantibus, ante 0·46, pone 0·54 mm latam, 0·14 longam. Oculi postici medii lateralibus paullo maiores, anticis mediis paullo minores, laterales antici reliquis minores, diametro maximâ circiter $^2/_3$ diametri anticorum mediorum aequanti; oculi postici medii inter se parum plus quam diametro distantes, lateralibus valde approximati, a mediis anticis paullo minus quam diametro remoti; oculi antici medii diametro et aeque atque medii postici inter se distantes, a lateralibus parum remoti; area oculorum mediorum paullulum latior ante quam pone et paullulum brevior quam pone latior; tota area oculorum $^1/_3$ latior quam longior. Clypeus areâ oculorum $^1/_3$ longior. *Mandibulae* 0·48 longae, ambae simul sumptae 0·40 latae, a basi apicem versus primo leviter dilatatae, tum longius leviter angustatae. *Sternum* dense sat fortiter reticulatum, subopacum. *Palporum* pars femoralis 0·65, patellaris 0·26, tibialis 0·39, tarsalis 0·53 longa; pars femoralis in dimidio basali sat fortiter compressa, in apicali insigniter dilatata intus et subter, patellaris desuper visa dimidio longior quam latior, apicem versus paullulo dilatata, pars tibialis basi dimidio angustior quam patellaris, apice aeque atque ea lata, a basi usque ad apicem aequabiliter dilatata et incrassata, angulo apicali exteriore inferiore paullo prominenti, sed anteriora versus non producto; pars tarsalis apice partis tibialis paullulo modo tenuior, quum desuper adspicitur, a parte superiore exteriore vero visa eo dimidio angustior, conica. *Pedum* I femur 8·0, patella 0·5, tibia 5·9, metatarsus 3·2, tarsus?, pedum II partes: 4·1, 0·5, 3·3, 2·3,?, pedum III: 1·9, 0·4, 1·3, 1·05,?, IV: 5·8, 0·5, 3·7, 2·2,? mm longae. *Abdomen* (fig. 2) retro sursum longissime productum in conum octies fere longiorem quam latiorem basi; mamillae ab apice coni sexies saltem longius distant quam a basi abdominis. A parte anticâ superiore visum abdomen elongato-lanceolatum est, 14 mm longum, in parte anticâ, 1·7 mm longâ, anteriora versus modice angustatum, margine antico recte truncato, 0·7 longo, in parte latissimâ 1·55 latum, a parte hac aequabiliter angustatum usque ad ipsum apicem, qui acutus est. A latere adspectum abdomen quadrilaterum lateribus valde inaequalibus: antico (pariete antico abdominis) 0·58, inferiore (ventre) 1·8, superiore (dorso) ca. 14, postico ca. 12·5 longo; dorsum ad ipsum marginem

Digitized by Google

anticum declive, posterius leviter excavatum, ceterum usque ad apicem paene aequabiliter adscendens. (In exemplo nostro abdomen apicem versus leviter curvatum est, primo paullulo retro, tum paullulo anteriora versus; certo abdomen formam paullo mutare potest). *Epigyne* (fig. 1) in tuber elevata modice altum, non bene definitum, ca. 0·27 latum, 0·23 longum, a margine postico epigastrii ca. 0·06 mm remotum, pone ad perpendiculum directum, ante et in lateribus modice declive; tuber hoc in declivitate anticâ sulco ornatur profundo, lato (ca. 0·16 longo, ca. 0·08 lato), marginibus definito subacutis, parum induratis, praeruptis, fundo concavo (neque acute sulcato); ante apertus est hic sulcus, pone lamellâ clausus corneâ libratâ, aeque atque margines laterales elevatâ, 0·055 longâ, 0·08 latâ, trapezicâ, pone latiore, angulis rotundatis.

Exempli diu in spiritu vini conservati cephalothorax pallide flavo-testaceus, carinis supramarginalibus paullulo infuscatis; oculi antici medii nigri, reliqui pallidi; pone aream oculorum cephalothorax furcâ umbrinâ ornatur, cuius cornua oculos posticos medios attingunt, scapus sulcum medium non attingit; clypeus in utroque latere fasciis binis umbrinis pictus, quarum laterales margines occupant, mediae, sat latae, ab oculis anticis mediis deorsum mandibulas versus descendunt. Mandibulae colore cephalothoracis, vittis ornatae umbrinis angustis duabus (in dorso et in latere exteriore), pone medium inter se confusis et evanescentibus. Maxillae, labium, sternum, palpi, pedes pallide fulvo-flavida, palpi in dorso partium femoralis, patellaris, tibialis vittâ umbrinâ, in parte tarsali evanescenti picti; pedes anteriores saltem subter in parte basali femorum umbrino lineati (reliqua pedum pictura fortasse in exemplo nostro deperdita). Abdomen dense pallide fulvo reticulatum, maculis reticuli colore subargenteo, ex parte paullo flavido repletis; color purius argenteus totum parietem posticum abdominis occupat et in ventrem transgreditur, ubi utrimque vittam latam format; inter vittas has venter pallide fulvus est, parcissime argenteo maculatus; epigastrium et mamillae pallide fulva.

Hercegovina: Domanovič. Feminam a Dre Hensch, ni fallor, lectam dono mihi dedit Cel. Dr. C. Chyzer. — Cel. E. Simon, qui araneam hanc, praecibus meis indulgens, examinavit, eam sibi ignotam esse declaravit.

Nota. Species haec organo stridendi ornatur (in feminâ!). Paries anticus abdominis excavatus et arcte cephalothoraci applicatus, ca-

Digitized by Google

rinâ modice expressâ, non induratâ circumdatur supra et in lateribus. Ad partes laterales carinae huius (fortasse etiam in dorso; exemplum nostrum, eheu, non parum detritum est) abdomen serie paullo inconditâ pilorum longorum, anteriora versus directorum ornatur (qui pili haud dubie stridendo non serviunt); in parte dorsuali carinae vero dentes conspiciuntur duo cornei, humiles, compressi, transverse positi, inter se late — ca. 0·3 mm — remoti, in margine probabiliter pilis aliquod brevibus fortibus sive aculeis elongatis instructi (in exemplo meo unico aculeos tales tres vidisse videor in dente uno, unum in altero).

Organum simile vidi etiam in feminis adultis duarum aliarum *Rhomphaearum* in insulâ Java lectarum; exempla non adulta organo stridendi carere videntur.

Lephthyphantes Kotulai n. sp.

Femina. *Cephalothorax* 1·05 mm longus, 0·85 latus, fronte circa 0·42 latâ, lateribus supra basim palporum leviter sinuatis, dorso partis cephalicae leviter in longitudinem convexo, parum altiore quam pars thoracica, subtilisime reticulatus, nitidus. *Oculorum* series posterior paullulo recurvata, oculi magni, subaequales, medii inter se ca. $^1/_3$ diametri, a lataralibus circiter radio, a mediis anticis paullulo plus quam diametro remoti; series anterior subrecta, oculi medii lateralibus insigniter minores, ab eis ca. $^3/_4$ diametri, inter se circiter radio distantes; area oculorum mediorum fere dimidio (circiter $^2/_3$ diametri oculi) latior pone quam ante, parum longior quam latior. Clypeus sub oculis excavatus, directo a fronte adspectus paullulo altior videtur quam area oculorum mediorum, revera eius longitudine paullulo humilior est. *Mandibulae* clypeo fere triplo longiores, subtilissime transverse reticulatae, paullulo reclinatae, rectae, apice intus rotundato angustatae, ornatae in margine antico sulci ungicularis dentibus tribus, primo reliquis minore, in postico margine denticulis quinque minutis. *Sternum* dense subtiliter granulatum. *Pedum* I. femur 1·3, patella 0·35, tibia 1·2, metatarsus 1·2, tarsus 0·9, pedum II partes: 1·2, 0·32, 1·03, 1·0, 0·78, pedum III 1·03, 0·29, 0·78, 0·84, 0·61, IV 1·33, 0·29, 1·10, 1·10, 081 mm longae. Femur I in latere antico aculeo 1 instructum, reliqua inermia, patellae in apice aculeo 1, tibiae supra 1.1, in lateris utriusque dimidio apicali 1, subter 1, posteriores etiam in apice utrimque aculeo brevi, paullo curvato, metatarsi omnes supra aculeo 1, postici etiam

Digitized by Google

subter saepe aculeo 1 breviore armati. *Abdomen* 1·7 mm longum. 1·0 latum, formâ in hoc genere vulgari. *Epigyne* (fig. 9) insigniter prominens; paries basalis pone in arcum modice curvatum excisus, alis lateralibus nullis; a latere visa (fig. 10) pars apicalis epigynae, deorsum et retro directa, processum format aeque circiter longum ac latum (ca. 0·2 mm longum et latum), apice paullo oblique truncatum, angulis rotundatis; inter partem hanc et parietem basalem epigyne impressa est; ab imo visa pars apicalis aeque circiter lata ac longa (apiculo postico excepto), in lateribus et pone rotundata, pone apiculo brevi obtuso aucta; latera partis huius lobi occupant pallide flavidi, oblongi, leviter incurvati, quum ab imo adspiciuntur, partem vero mediam scapus, qui in epigynâ non distortâ lamellam formare videtur rufo-testaceam, basi duplo angustiorem quam pars apicalis epigynae tota, posteriora versus primo paullulo dilatatam, tum fortius angustatam, denique iterum, minus tamen, lateribus rotundatis dilatatam.

Cephalothorax pallide fulvus, margines versus paullulo infuscatus, in lateribus sat anguste, in clypeo angustissime nigro marginatus, lineâ mediâ nigricanti, neque oculos neque marginem posticum attingenti, ante et pone paullo diffusâ, in medio angustissimâ ornatus; oculi cingulis nigris inaequalibus cincti, antici medii in maculâ communi nigrâ siti. Mandibulae colore cephalothoracis, obsolete colore umbrino pictae, imprimis in dorso vittâ obliquâ inter angulos basalem interiorem et apicalem exteriorem ornatae. Maxillae colore cephalothoracis, in latere exteriore sat late fuligineo, in interiore anguste nigro marginatae. Labium nigricans. Sternum fuligineum. Palpi et pedes cephalothorace paullo pallidiores, illorum pars tibialis apice late colore umbrino tincta, pars tarsalis basi modo pallida, ceterum colore umbrino suffusa; pedes annulis umbrinis aut fuligineis ornati prope aut pone medium et in apice femorum, in patellis, pone basim et in apice tibiarum et metatarsorum, prope medium tarsorum; annuli plerique lati, in pedibus anterioribus melius evoluti, nonnulli valde incompleti, ex. gr. in patellis et prope medium femorum posteriorum; annuli medii femorum anteriorum nonnunquam in vittas longas, basim internodii fere attingentes, in latere superiore postico dilatati. Femora sex anteriora saltem basi subter fuligineo fasciata aut modo in latere antico modo utrimque fuligineo maculata. Coxae subter apice anguste nigro marginatae et colore umbrino inaequabiliter pictae. Abdomen supra et in lateribus albi-

Digitized by Google

dum, pallide fulvo reticulatum, colore nigro-fuligineo abunde pictum: dorsum in dimidio anteriore vittâ ornatum mediocriter latâ, inaequali, in universum lanceolatâ, non obscuriore saltem quam maculae dorsi laterales; hae, in utroque latere quaternae, seriem leviter incurvatam formant, rotundatae sunt, per paria inter se et sex anteriores etiam cum vittâ mediâ coniunguntur lineis anteriora versus et intus directis (paria: 2—4) aut transversis (par 1-um); pone eas dorsum supra mamillas ornatur angulo uno et fasciis transversis gradatim minoribus, circiter tribus, his inter se plus minusve confusis. Latera abdominis secundum totam longitudinem vittâ picta nigrâ, in medio et posterius fasciis tribus sursum et anteriora versus directis persectâ, nonnunquam cum colore nigro ventris maximam partem confusâ. Laterum pars inferior et venter fuligineo-nigra, venter maculis sat magnis tribus, pallide umbrinis, albo punctatis, plus minusve (nonnunquam parum) expressis ornatus. Mamillae umbrinae, apice nigrae.

Tirolia: Kesselspitze, in altitudine 1800—2100 m (regio Pini mughi), die 11 Augusti legit Boleslaus Kotula feminas adultas; Glungezer Alp, 2200—2430 m, d. 25 Augusti femina adulta et exempla non adulta (legit idem). — Huic speciei probabiliter subiungendus est *Lephthyphantes* in valle Suldental dictâ anno 1886 a me lectus, quem olim ut *L. annulatum* Kulcz. protuli [1]).

Lephthyphantes Kotulai et *L. annulatus* Kulcz. et *L. frigidus* E. Sim. inter se valde similes sunt, differunt tamen formâ partium genitalium. In *L. frigido* (fig. 13) pars apicalis epigynae latior est (0·32 mm) quam in *L. annulato* (0·27 mm) et *L. Kotulai* (0·23 mm), quum a parte anticâ inferiore adspicitur, posteriora versus leviter lateribus rectis angustata, pone latissime et fere recte truncata (si apiculum medium non respicitur), ad apicem impresione latâ et profundâ, fere semilunari ornata; partem hanc scapus fere solus format rufo-testaceus, modo angulos posticos laterales lobi occupant laterales flavidi, valde oblique positi, parvi, circiter 0·07 mm longi [2]). *Lephthyphantae annulati* scapus epigynae a parte anticâ inferiore visus magnam partem latitudine aequali est aut posteriora versus

[1]) Symbola ad faunam Arachnoidarum Tirolensem, 1887, pag. 266 (22) et epitome, pag. 8.

[2]) Epigyne exempli feminini, quod mihi Cel. E. Simon una cum mare benignissime communicavit, paullulo asymmetrica est; nonne paullo anomala?

Digitized by Google

leviter modo angustatus, apicem versus vero subito et sinuato angustatus, apice rotundatus (Cfr. figuram 1e in „Araneae novae in montibus Tatricis, Babia Góra, Carpatis Silesiae collectae", 1882), prope apicem leviter modo aut vix impressus; lobi laterales magnam partem laterum epigynae a fronte simulque a parte inferiore visae formant, longiores quam in priore (ca. 0·095 mm longi), inter se fere paralleli aut posteriora versus leviter appropinquantes, octies fere angustiores quam scapus. — *Lephthyphantae Kotulai* lobi laterales maiores quam in praecedenti, ca. 0·14 mm longi, scapus vero multo angustior: in parte latissimâ lobis lateralibus vix triplo latior, pone hos lobos productus, ut in priore sed non in *L. frigido*, inter partes anteriorem et posteriorem leviter rotundatas constrictus.

Marem *Lephthyphantae Kotulai* non novi. Palpi *L. frigidi* (fig. 6) et *L. annulati* inter se valde similes sunt: paracymbii — magni valde, fortiter curvati, insigniter inaequalis, supra ante apicem dente forti, nigro, sursum et paullo retro directo, compresso, et pone dentem hunc dente alio multo minore, pallido ornati, — laminae tarsalis — basi intus tuberculo instructae — forma fere eadem, tuberculum commodo commemoratum magis cylindratum, apice obtusum mihi videtur in *L. annulato*, magis conicum, apice acutiusculum in *L. frigido*. Differunt imprimis: lamella characteristica — apice in cuspides duas subaequales, sinu profundo inter se distinctas producta in *L. frigido*, quum in *L. annulato* angulus apicalis inferior parum modo productus sit, — et processus ille peculiaris, corneus, ferri equini instar curvatus, quo bulbus genitalis prope apicem lamellae characteristicae, inferius, ornatur; crura processus huius paene parallela sunt in *L. annulato*, eorum anterius denticulo parvo ornatur intus (fig. 4); crura *L. frigidi* vero apice incurvata sunt (crus posterius fortius curvatum), crus anterius intus non dentatum (fig. 5).

Teste Cel. E. Simonio *Lephthyphantes frigidus* aculeis binis ornatur in femoribus I et uno in II [1]). Femora sex posteriora inermia sunt in *L. annulato* et *L. Kotulai*, antica aculeo uno tantum armantur. Quae nota tamen parum prodest in distinguendas has species, certo enim mutabilis est: in ambobus exemplis *L. frigidi*, mare et feminâ, quae examinavi, aculeum unum modo vidi in femoribus I, nullum in II (aculei, qui absunt, certo non defracti sunt). Etiam metatarsorum IV armatura non constans est, subter

[1]) Les Arachnides de France, vol. V. pag. 296.

Digitized by Google

internodia haec modo uno aut duobus aculeis ornantur, modo inermia sunt.

Lephthyphantes (?) armatus n. sp.

Femina. *Cephalothorax* 1·1 mm longus, 0·9 latus, anteriora versus insigniter, lateribus leviter sinuatis angustatus, fronte et areâ oculorum circiter 0·42 latis, subtilissime reticulatus, nitidus. Dorsum pone oculos, qui prominentes sunt, leviter gibbum, posteriora versus parum inaequabiliter descendens; clypeus sub oculis impressus, inferius modice proiectus. Series posterior *oculorum* leviter recurva, oculi medii lateralibus paullulo maiores, inter se circiter radio, a lateralibus paullulo minus remoti; series anterior recta, oculi medii parvi, inter se paullulo plus quam radio, a lateralibus circiter duplâ diametro distantes; oculorum mediorum area duplo latior pone quam ante, parum latior quam longior, dimidio fere longior quam clypeus altus, a fronte visa aeque fere atque clypeus alta. *Mandibulae* 0·48 longae, ambae simul sumptae 0·45 latae, clypeo fere triplo longiores, omnium subtilissime reticulatae, paullo reclinatae, a fronte visae lateribus exterioribus inter se fere parallelis supra, apicem versus paullulo a se discedentibus, apice intus longe rotundato angustatae, in margine antico sulci unguicularis ornatae dentibus tribus fortibus, longis, inter se remotis. *Maxillae* intus 0·24 longae, basi (ab imo visae, parte, quae labio occultatur, inclusâ) 0·21 latae, apice oblique truncatae, angulo apicali exteriore valde late rotundato. *Sternum* prope margines subtilissime reticulatum, ceterum fere laeve, punctis piligeris modo adspersum, 0·65 longum et latum, inter coxas posticas in processum apice truncatum, 0·11 latum productum. *Pedum* I femur 1·13, patella 0·37, tibia 1·14, metatarsus 1·0, tarsus 0·48, pedum II partes 1·10, 0·35, 1·03, 1·0, 0·48, pedum III 0·97, 0·32, 0·81, 0·91, 0·39, IV 1·29, 0·32, 1·23, 1·36, 0·48 mm longae. Femur I in latere antico pone medium aculeo 1 debili armatum, reliqua inermia, patellae anteriores in apice pilo, posteriores aculeo tenui instructae, tibiae anteriores supra aculeis 1.1 adeo tenuibus, ut pili potius dicendi sint, in dimidio apicali lateris utriusque aculeo 1 fortiore, subter paribus tribus aculeorum longorum, fortium, patentium (nullo in apice), metatarsi I subter paribus aculeorum similium duobus, metatarsi II pari uno instructi, supra — ut I — aculeo evidentiore carentes, tibiae posteriores supra aculeis 1.1, utrimque 1.1 (?), subter ca. 4, metatarsi III aculeis quatuor in om-

Digitized by Google

nibus lateribus, IV aculeis 3 (supra, ante, subter) armati. (Haec descriptio armaturae pedum fortasse ex parte non recta est; feminae ambae, quas vidi, paullo laesae sunt). *Abdomen* (paullo corrugatum, post partum?) 1·4 longum, 0·97 latum, formâ vulgari. *Epigyne* (fig. 11) ca. 0·5 lata, 0·35 longa, supra planum ventris mediocriter modo elevata et pone marginem epigastrii leviter modo producta, cum eo arcum latum formans; paries basalis posteriora versus modice adscendens, pone ita excisus, ut epigyne hic foveâ ornetur transversâ, paene ellipticâ, 0·27 latâ, ca. 0·14 longâ, pone sive supra apertâ; fovea haec magnam partem repletur lamellâ corneâ, 0·13 longâ, 0·23 latâ, in longitudinem insigniter, in transversum leviter convexâ, basi ca. 0·08 latâ cum margine antico foveae coniunctâ, a basi fere subito lateribus sinuatis dilatatâ usque ad angulos laterales, qui anguste rotundati sunt; pone lamella haec in universum late rotundata est, in medio in sinum mediocrem obtusum excisa; inter lamellam et ventrem conspicitur (non semper facile) ligula brevis, obtusa, excavata, ca. 0·065 mm lata.

Mas. *Cephalothorax* 1·05 mm longus, 0·85 latus, fronte et areâ oculorum 0·39 latis. *Oculorum* posticorum intervalla fere aequalia; area oculorum mediorum circiter $^1/_3$ longior quam clypeus altus. *Mandibulae* 0·48 longae, 0·45 latae, organo stridendi e striis libratis in latere exteriore constanti ornatae, ceterum mandibulis feminae similes. *Maxillae* 0·24 longae et latae, fortius quam in feminâ convexae, angulo apicali exteriore omnino rotundato. *Sternum* 0·65 longum, 0·60 latum, inter coxas posticas 0·16 latum. *Palporum* (fig. 7, 8) pars femoralis 0·42 longa, basi intus denticulo ad organum stridendi pertinenti ornatum, formâ vulgari; pars patellaris 0·16 longa, 0·13 lata, dorso maximam partem leviter modo convexo in longitudinem, ad apicem vero in angulum fractum fere rectum, parum perspicuum, supra partem tibialem non productum, setam longam, gracilem gerentem; pars tibialis 0·13 longa, 0·18 lata, 0·13 crassa, subter paullo fortius quam supra convexa, desuper visa in latere interiore, quod leviter convexum est, usque ad apicem modice dilatata, latere exteriore vero angulum formanti recto insigniter minorem, apice rotundatum, foras et anteriora versus directum (latere antico in transversum fere posito); pilus, reliquis longior, quo pars haec in dorso paullo pone medium, lateri exteriori propius ornatur, setâ patellari multo brevior et tenuior. Pars tarsalis, processu laminae tarsalis incluso, 0·53 longa, ca. 0·33 lata. Lamina tarsalis de-

Digitized by Google

super visa subtriangularis angulo basali sat late truncato, 0·47 mm. cum processu basali 0·53 longa, 0·32 lata, latere interiore leviter arcuato, exteriore prope medium in angulum fracto obtusum, cuius crus basale subrectum, crus apicale modice arcuatum est, angulo apicali et exteriore late rotundatis; ad basim lamina tarsalis in carinam elevata est crassiusculam margini exteriori proximam et parallelam, pone ca. 0·05 altam, anteriora versus paullo humiliorem, ca. 0·11 longam, angulo apicali posteriore quam rectus insigniter minore, apicali anteriore obtuso; margo exterior laminae tarsalis prope medium in lobum semirotundum, non magnum dilatatus. Paracymbium latitudine maximam partem parum inaequali; eius lamina reflexa sive exterior sursum directa, ca. 0·065 lata, in dimidio superiore inaequabiliter angustata et excisa ita, ut margo eius posticus desinat in dentem nigrum acutum, supra directum, supra quem — ab eo sinu profundo distincta — pars apicalis paracymbii prominet, apicem versus modice tantum, inaequabiliter angustata, apice rotundata, subplana. Bulbi genitalis lamella characteristica optime evoluta, apicem bulbi fere attingens, secundum marginem paracymbii inferiorem et anticum curvata, denique subito anteriora et paullulo interiora versus flexa; latitudine est haec lamella valde inaequali; pars eius basalis anteriora versus insigniter dilatata, plicis curvatis ornata; pars media, foras directa, in margine antico profunde in sinum angulatum excisa; pars apicalis oblonga, inaequalis, plicis radiantibus ornata, latere interiore subrecto, latere exteriore in universum modice arcuato, valde inaequali, dentato, dentibus acutis, anteriora versus directis; dentes in hoc latere prope medium quatuor, secundus reliquis maior; prope apicem dentes item quatuor, minus inaequales, in seriem transversam ordinati; ipse apex lamellae sat latus, non dentatus, breviter acuminatus. E reliquis bulbi partibus commemoriatione dignae sunt lamellae duae minores nigrae, lateri interiori partis apicalis lamellae characteristicae oppositae; harum altera, lineae medianae propior, ab imo visa dentem imitatur anteriora versus directum, oblongum, sat crassum, apice obtusum, paullulo sinuatum, basi in latere exteriore ita profunde excisum, ut pedunculo brevi, omnium tenuissimo affixus videatur; altera lamella cuculli fere instar dentem hunc circumdat in latere interiore et in apice. *Pedum* I femur 1·13, patella 0·32, tibia 1·23, metatarsus 1·16, tarsus 0·58, pedum II partes 1·13, 0·30, 1·13, 1·13, 0·55, pedum III 0·91, 0·29, 0·81, 0·92, 0·42, IV 1·23, 0·29, 2·0.

Digitized by Google

1·36. 0·55 mm longae. Femora etiam I inermia videntur; aculei in tibiarum anteriorum dorso et lateribus a pilis vix distincti, aculei in metatarso I subter 3 ad 5, in metatarso II 2 ad 3, in tibiâ III supra et in lateribus singuli. Numerus aculeorum, secundum exempla, quae vidi, paullo mutabilis. *Abdomen* 1·35 mm longum, 0·85 latum. Ceterum in marem quadrant, quae de feminâ dicta sunt, mutatis mutandis.

Cephalothorax (feminae et maris) umbrinus, colore flavo suffusus, sat obscurus, in lateribus nigro paullo diffuse marginatus, in parte cephalicâ maculâ ornatus obscurius umbrinâ, mediocriter modo expressâ, subtriangulâ, cum oculis posticis lateralibus lineis parum distinctis coniunctâ. Oculi in maculis nigris, ex parte inter se confusis siti. Mandibulae cephalothorace paullo pallidiores, maxillae mandibulis pallidiores, labium nigrum, sternum obscure umbrinum. palpi et pedes fulvi. Abdomen obscure umbrinum.

Tirolia: Kreuzspitze, in altitudine 2350—2750 m; mares et feminas paucas legit B. Kotula die 24 Augusti 1895.

Fortasse, imo probabiliter, non *Lephthyphantae* subiungenda est haec species, sed genus proprium ad eam recipiendam instituendum propter armaturam pedum peculiarem.

Ero ligurica n. sp.?

Femina. *Cephalothorax* 1·1 mm longus, 0·88 latus, valde convexus, subtilissime reticulatus. Series posterior *oculorum* recta, oculi medii lateralibus paullo maiores, inter se circiter radio, a lateralibus diametro remoti; series anterior modice procurva, oculi medii posticis mediis minores, inter se plus quam radio et paullo longius quam a lateralibus distantes; area oculorum mediorum fere quadrata et aeque longa atque clypeus altus. *Mandibulae* 0·35 mm longae, clypeo non duplo longiores, transverse, subtiliter, mediocriter dense reticulatae. *Sternum* modice dense elevato reticulatum et omnium subtilissime scabrum (?), subopacum. *Pedum* I femur 1·35, patella 0·52, tibia 1·25, metatarsus 1·07, tarsus 0·68, pedum II partes 1·16, 0·45, 0·94, 0·78, 0·61, pedum III 0·91, 0·35, 0·68, 0·55, 0·55, IV 1·25, 0·39, 0·89, 0·78, 0·58 mm longae. *Abdomen* desuper visum 1·25 longum, 1·05 latum, ovatum, 1·15 altum, non tuberculatum. *Epigyne* (fig. 3) magna, 0·35 lata, 0·23 longa, humefacta badia, secundum medium pallidior; magnam partem leviter et subaequabiliter convexa et subtiliter modice dense reticulata est epigyne; pars eius

Digitized by Google

media posterior, sulco recurvato lato sat diffuso definita, in tuberculum elevata ca. 0·16 latum, ca. 0·08 longum, complanatum, deorsum et parum retro directum, late triangulare apice obtusum, quum a fronte, sat anguste triangulare apice acutiusculum, latere postico ad perpendiculum directo, recto, latere antico paullo inaequabiliter convexo, quum a parte exteriore adspicitur; tuberculum hoc in pariete antico, non procul a margine apicali, foveâ utrimque ornatur sulciformi, margini ei fere parallelâ; apices fovearum interiores septo angusto modo inter se disiunguntur.

Cephalothorax dilute sordide flavidus, in lateribus late diffuse umbrino limbatus, in areâ oculorum et pone eam fasciâ recurvatâ, pallidius umbrinâ, mediocriter expressâ, parum definitâ ornatus; clypeus colore umbrino suffusus, mandibulae eo parum obscuriores; sternum dilute fulvo-flavidum, maxillae levius, labium fortius colore umbrino suffusum. Palpi dilute, pedes obscurius fulvo-flavidi, hi annulis umbrinis ornati prope basim, prope medium et prope apicem femorum, ad basim et prope medium (et in apice) tibiarum, prope medium et in apice metatarsorum; ex annulis his ei modo, qui tibias IV ornant, modice expressi, reliqui plus minusve obsoleti. Abdomen pallide isabellinum, umbrino maculatum: supra basim dorsi paria duo punctorum inter se approximatorum, obsoletorum, circiter in $^2/_5$ dorsi fascia transversa brevis inaequalis, ante in medio profunde incisa, circiter in $^2/_3$ et posterius fasciae similes, paullo maiores et melius expressae, inter se approximatae, duae; pone eas vestigia linearum transversarum; latera in parte superiore prope fascias dorsuales (paullo ante eas) fasciis duabus obliquis, deorsum et retro directis, in parte inferiore fere mediâ vero lineâ longâ obliquâ, omnibus e maculis conflatis, ornata; tota haec pictura modice expressa et certo mutabilis. Venter picturâ evidentiore caret.

Liguria: exemplum unicum (mediocriter conservatum), ad San Remo lectum, dono mihi dedit Prof. Dr. O. Schneider.

Fortasse femina *E. flammeolae* E. Sim. est haec aranea, quod tamen dubium videtur, quoniam cephalothorax *E. flammeolae* in mare 1·6 mm longus describitur, quum exemplum nostrum totum modo 2·1 mm longum sit.

Saitis graeca n. sp. et **Saitis taurica** n. sp.

Adeo similes sunt hae species inter se et *Saiti barbipedi* E. Sim. ut satis videatur indicare, quibus rebus inter se differant.

Digitized by Google

Saitis barbipes, mas. Palporum pars patellaris circiter $^1/_3$ longior quam latior, lamina tarsalis ca. $^1/_4$ longior quam pars patellaris cum tibiali, dimidio longior quam latior. Pars basalis bulbi genitalis a latere exteriore visa subter in medio modice tumida, basim et apicem versus sinuata, pone in latere exteriore in processum producta usque ad basim partis tibialis pertinentem, apice rotundatum, apicem versus inaequabiliter angustatum: non solum subter sed etiam supra sinuatum; apex partis basalis a latere exteriore visae dentem format porrectum brevem subacutum. Ab imo visus bulbus (fig. 16) e lobis tribus, sulcis profundis inter se distinctis, constare videtur: postico et anterioribus duobus; lobus posticus insigniter inaequalis, triangularis, oblique positus, latere antico interiore profunde concavo, latere exteriore et postico interiore sigmoideis, angulo postico modice incurvato, inaequabiliter angustato, angulo antico in dentem parum gracilem, apice rotundatum producto. Lobus anticus exterior reliquis minor angustus videtur, oblique positus, anteriora versus et intus directus. Lobus anticus interior ellipticus, axi maiore circiter $^2/_3$ latitudinis partis tarsalis aequanti, obliquus, anteriora versus et foras directus, sat fortiter et fere aequabiliter convexus. Spinis duabus nigris, inter se proximis ornatur bulbus, initium capientibus in sulco, qui lobum posticum ab antico interiore distinguit; spinae hae inaequales sunt, altera, apicem versus attenuata, parum pone lobum anticum interiorem prominet, altera non evidenter angustata, sub rostrum laminae tarsalis producta est; ambae a basi primo anteriora versus et paullo foras directae sunt, tum anteriora versus curvatae. Ni fallor, spina brevior lobo antico interiori innata est, in longiorem limbus corneus, excurrere videtur, quo lobus hic in parte posteriore saltem cingitur.

Exempli cephalothorace 2·2 mm longo, 1·5 lato, femur III 1·68, patella 0·68, tibia 1·26, metatarsus 1·39, tarsus 0·55, pedum IV partes respondentes 1·42, 0·65, 0·97, 1·17, 0·52 mm longae; pedes III itaque a basi femoris, eorum tibia cum patella, metatarsus, insigniter longiora quam partes respondentes pedum IV.

Saitis graeca, mas. Forma et longitudo partium palporum: patellaris, tibialis, tarsalis eaedem fere atque in praecedenti. Bulbus genitalis a latere exteriore visus subter paullulo modo et fere aequabiliter convexus, retro in processum productus basim fere partis tibialis attingentem, crassum, apicem versus aequabiliter attenuatum; apex partis basalis anguste rotundatus dentem prominentem non

Digitized by Google

format. Bulbi genitalis ab imo visi (fig. 17) lobus posticus modice inaequalis, latere exteriore leviter modo et parum inaequabiliter arcuato, interiore postico insigniter sigmoideo, antico exteriore profunde excavato, angulo postico crasso, obtuso, paene aequabiliter angustato, angulo antico etiam (sed minus) lato. Lobus anticus interior rotundatus fere, diametro circiter $^2/_3$ latitudinis partis tarsalis aequans, valde inaequalis; pars eius media in umbonem oblongum obliquum elevata, cuius margo posticus exterior embolum emittit valde longum et gracilem, interiora versus directum, anteriora versus in spiram curvatum solutam, anfractum $1^1/_2$ fere describentem, apice sub rostrum lamine tarsalis insigniter productam. Secundum curvaturam emboli lobus anticus interior in sulcum latum profundum excavatus est. Spinam alteram, quâ bulbus *S. barbipedis* et *S. tauricae* ornatur, cernere non possum.

Exempli cephalothorace 2·27 mm longo, 1·59 lato. femur III 1·46, patella 0·65, tibia 0·87, metatarsus 1·07, tarsus 0·55, partes respondentes pedum IV 1·46, 0·61, 1·03, 1·29, 0·55 mm longae; pedes III itaque a basi femoris breviores quam IV, eorum tibia cum patellâ paullulo, metatarsus insigniter brevior quam partes respondentes pedum III.

Saitis taurica. mas. Palporum pars patellaris dimidio longior quam latior, lamina tarsalis aeque longa atque pars patellaris cum tibiali, dimidio longior quam latior, insigniter minor quam in praecedentibus: 0·52 m longa, 0·35 lata, in illis 0·61 longa, 0·40 lata. Bulbi genitalis a latere exteriore visi forma similis atque in *S. barbipedi*, sed processus posticus basim partis tibialis non attingit et apex partis basalis in dentem non productus est. Ab imo visus bulbus genitalis (fig. 18) sat similis bulbo *S. barbipedis*; differt imprimis lobus anticus interior et eius processus. Lobus posticus etiam inaequalis, subtriangularis, latere postico interiore fortiter curvato sigmoideo, latere exteriore leviter modo et fere aequabiliter arcuato, antico exteriore fere in transversum posito, leviter modo excavato. Lobus anticus interior ellipticus dici potest, apicibus acuminatis, minor quam in praecedentibus, diametro maiore circiter dimidiam latitudinem partis tarsalis aequans, oblique positus, inaequalis; pars eius anterior, maior, sulco rotundato definita, circulum format, cuius limbus posticus interior corneus in spinam abit gracilem, foras directam, anteriora versus curvatam, sub rostrum laminae tarsalis

Digitized by Google

parum productam; sub spinâ hac spina altera sita est similis, tenuior, vix brevior.

Exempli cephalothorace 2·3 mm longo, 1·55 lato, femur III 1·52, patella 0·74, tibia 1·16, metatarsus 1·23, tarsus 0·55, pedum IV partes respondentes 1·62, 0·68, 1·32, 1·32,? mm longae; pedes III a basi femoris itaque breviores quam IV, eorum tibia cum patellâ et eorum metatarsus paullulo breviora quam partes respondentes pedum III.

Fortasse differunt mares harum specierum etiam ornamento pedum III e pilis longis nigris constanti; quod tamen dicere non possum, quoniam exempla *S. graecae* et *T. tauricae*, quae vidi, valde detrita sunt.

Feminam *Saitis tauricae*, eheu, non novi. Feminae *S. barbipedis* et *S. graecae* differunt inter se formâ epigynae. Haec in *S. barbipedi* (fig. 15) subplana est, areolis ornata duabus glabris, rotundatis, paullo longioribus quam latioribus (ca. 0·3 longis, 0·26 latis), pone et in latere exteriore et ante optime definitis partim sulco, partim margine acuto; fines areolarum antici, leviter recurvati, in angulum coëunt latum, postici vero, fortius procurvi, inter se non contingunt sed spato circiter 0·065 lato inter se distant; intus areolae itaque late inter se coniunctae sunt et spatio tantum angusto, subtilissime in longitudinem striato, ceterum modo leviter concavo, modo carinâ tenuissimâ ornato, distinctae. Margines postici fovearum distant a margine postico epigynae circiter 0·13 mm. — *Saitis graecae*, epigyne (fig. 12) etiam subplana est, striis ornata duabus, in spiram inaequabilem curvatis; striae hae initium capiunt in punctis inter se ca. 0·18 mm remotis, ab eis intus et retro directae, foras, anteriora versus, intus, denique retro curvatae, evanescunt circiter 0·11 mm a margine postico epigynae remotae; partes interiores striarum, retro directae, paullulo foras curvatae, spatium includunt ca. 0·08 latum.

In pedum longitudine, colore cutis (qui in *S. barbipedi* insigniter variat) differentiam evidentiorem inter feminas cernere non possum. Feminae *S. barbipedis*, cephalothorace 2·5 longo, 1·7 lato, femur III 1·5, patella 0·74, tibia 0·07, metatarsus 1·07, tarsus 0·58, partes respondentes pedum IV 1·45, 0·71, 1·05, 1·23, 0·61 mm. longae; feminae *S. graecae*, cephalothorace 2·35 longo, 1·5 lato, partes pedum III 1·36, 0·69, 0·87, 0·91, 0·55, pedum IV 1·46, 0·68, 1·0, 1·13, 0·58 longae.

Digitized by Google

Feminam et marem *S. graecae* in Graeciâ ad Patras et marem in Corcyrâ insulâ lectum dono mihi dedit Cel. Dr. C. Chyzer. — Cel. E. Simon, qui feminam speciei huius, praecibus meis indulgens, examinavit, eam sibi ignotam esse declaravit.

Marem *S. tauricae* T. Thorell donavit mihi olim cum nonnullis aliis araneis Tauricis non determinatis. Non dubito, quin *Saitis barbipes*, quam T. Thorell ut incolam Tauriae protulit in „Verzeichniss südrussischer Spinnen" 1875, non vera sit *S. barbipes* sed *S. taurica* n.

II. Annotationes ad descriptiones et synonymiam nonnullarum aranearum.

Laronia E. Sim., **Callilepis** Westr., **Pterotricha** Kulcz.

Genus *Callilepidem* (Westr.) E. Sim. 1893 (Histoire naturelle des Araignées, edit. II, vol. 1, pag. 383) in duo olim divisi (Chyzer et Kulczyński, Araneae Hungariae, vol. 2, pag. 189) propter armaturam mandibularum, quâ typus generis: *C. nocturna* (L.) insigniter differt a *C. exornata* et similibus speciebus a Cel. E. Simonio generi eidem subiunctis. Generi a *Callilepidibus* veris segregato primum nomen *Pythonissae* dedi, quod nomen postea in *Pterotricha* mutavi, quoniam *Pythonissa* C. L. Koch synonymum est *Gnaphosae* et *Callilepidis* (Bullet. Acad. scienc. Cracovie 1903, pag. 43). In supplemento operis egregii supra dicti Cel. E. Simon *Pterotrichae* genus non agnovit et species generis huius non satis differre a *Callilepide nocturna* declaravit. — Ibidem subiuncta est *Pythonissa imbecilla* Keys. generi *Laroniae* E. Sim. propter armaturam mandibularum, cuius imaginem protulit Cel. J. H. Emerton in Transact. Connecticut Academy, vol. VIII, tab. IV, fig. 6 b. Secundum figuram hanc *P. imbecilla* parum differt a *C. nocturna* mandibularum armaturâ, quae in utraque specie constat a dentibus duobus insigniter inaequalibus, altero parvo, altero magno, complanato, obtuso, quum mandibulae *Pterotricharum* in margine postico sulci unguicularis lamellâ apice plus minusve excisâ et crenatâ ornentur. — *Callilepis nocturna* (L.) et *C. Schusteri* (O. Herm.) non possunt subiungi *Gnaphoseis* veris Cel. E. Simonii, a quibus abhorrent armaturâ mandibularum. Si *Pythonissa imbecilla* Keys. revera *Laronia* est, quamquam dentes modo duos in mandibulis habet neque tres, ut *Laroniae* typicae — secundum diagnosim Cel. E. Simonii l. c. pag. 379 —, etiam *Callilepides nocturna* et *Schusteri Laroniae* sunt;

Digitized by Google

quum vero nomen *Callilepis* Westr. (1874) prius sit quam *Laronia* E. Sim. (1892), genus hoc *Callilepis* nominandum videtur. — *Pterotrichae* genus sustinendum censeo et *Gnaphoseis* adnumerandum.

Episinus truncatus Latr. et **E. lugubris** E. Sim.

Episini: truncatus E. Sim. et *lugubris* E. Sim. non certo distinguuntur inter se colore cephalothoracis. *Episini lugubris* exempla obscure colorata sola cephalothoracem rufofuscum aut nigrum fere, subconcolorem, habent; in pallidioribus cephalothorax, pallidius aut obscurius fulvus, vittâ ornatur mediâ rufofuscâ latâ inaequali, in parte thoracicâ plus minusve stellato dilatatâ, et in parte laterali utrâque lineâ colore eodem, marginibus in universum parallelâ, ex angulis paucis aut arcubus inaequalibus, intus curvatis compositâ; vittae mediae pars antica, in parte cephalicâ sita, plerumque lineâ flavidâ plus minusve evidenti dimidiatur. Pictura cephalothoracis tum parum differt a picturâ *E. truncati* (in hoc deest fortasse constanter linea flavida in parte anteriore vittae mediae obscurae). Multo certiorem notam praebet color sterni, quod concolor, rufofuscum, pallidius aut obscurius est in *E. lugubri*, in *truncato* autem fuscum in lateribus, pallide flavidum secundum medium. Plerumque optime differunt hae species inter se etiam colore pedum. Picturam pedum in exemplis obscure coloratis *E. lugubris* subtiliter descripsit Cel. E. Simon in „Les Arachnides de France“ vol. V, pag. 42, 43; secundum exempla, quae vidi, ad descriptionem hanc addiderim solum, metatarsos et tarsos anteriores basi et apice colore fusco-rufo plus minusve esse suffusos (praesertim metatarsos), metatarsum IV maris saepissime parum differre colore a metatarso I (exempla, quae examinavi, manifesto omnia pallidius colorata sunt, quam quae descripsit Cel. E. Simon, annulum nigrum enim in metatarsis IV non vidi). Pictura haec variat; in exemplis colore pallido excellentibus femora I pone medium annulo pallido parum expresso ornantur, femora II tota fere pallida sunt, umbris modo fuscis in latere antico pone medium et ad apicem picta, tibiae I, II, IV non totae fusco-rufae sunt, sed magnam partem flavidae ita, ut anticae annulo obscuro basali angustiore et apicali lato ornentur, tibiarum II pictura similis sit, sed ex annulo basali pars modo in latere antico sita restet, tibiarum IV dimidium basale flavidum, apicale rufo-fuscum sit. Color earum partium pedum, quae obscurius coloratae sunt, variat inter fulvum et nigrocastaneum. — In

Digitized by Google

exemplis pallide coloratis pictura pedum *Episini lugubris* similis fit aliquatenus picturae *E. truncati*, differt tamen ab eâ nihilominus eo, quod annulorum color aequalis est, neque punctis lineis maculis obscurioribus in fundo pallidiore variegatus, et fines eorum aequabiles aut mediocriter modo distincti, ita, ut color annulorum obscurus in colorem pallidiorem pedum sensim fere abeat.

Pedes *Episini truncati* E. Sim. pallide flavidi aut dilute testacei maculis et annulis ornantur obscuris insigniter inaequalibus (marginibus varium in modum sinuatis et dentatis) et magnâ ex parte variegatis: saepe colore nigro limitatis et colore pallidiore repletis. Pedum partes obscurae, fuligineae et pallidius aut obscurius umbrinae, non aut vix sentiunt colorem rufum, quo partes obscurae *E. lugubris* fortiter suffusae esse solent. Maculae vero, quibus pedes ornantur, hae sunt (secundum pauca exempla, quae vidi): in femoribus prope basim supra aut etiam in latere antico maculae paucae (1—2) parvae irregulares, ex parte in maculas minores divulsae, in exemplis pallidis evanescentes, praesertim in pedibus IV; paullo pone medium annulus incompletus, subter saltem interruptus, valde inaequalis, in pedibus III plerumque ad maculas parvas redactus, in pedibus I latus, praesertim in latere antico inferiore, ubi — plus minusve interruptus — totam fere longitudinem occupat, in femorum II latere antico inferiore etiam nonnunquam vittâ obscurâ, basim versus descendenti auctus; apicem femorum annulus alter occupat, modice latus, inaequalis, subter interruptus, in pedibus III nonnunquam evanescens; patellae colore fuligineo aut umbrino plus minusve variegatae, praesertim in lateribus, apice ex parte anguste nigro marginatae; tibiae annulis basali et apicali ornatae, hoc quam ille evidenter latiore in pedibus IV saltem; metatarsi basi non late sed fortiter annulati, annulis minus inaequalibus quam femorales et tibiales, et in parte apicali (in pedibus I et II dimidiâ fere, in III et IV minore) ita inaequabiliter infuscati, ut anteriores saltem etiam annulis submediis et apicalibus, inter se fuscedine leviore coniunctis, ornati dici possint; tarsi apice infuscati. — Tota haec pictura non parum variat: plus minusve expressa est, sed in omnibus exemplis, quae examinavi, paucis quidem, vestigia eius manifestissima et a picturâ *E. lugubris* optime distincta vidi.

Synonymia *Episinorum* Europaeorum contorta mihi videtur et non facilis ad explicandum. Species, quam plerique auctores nomine *E. truncati* appellaverunt, manifesto non *E. truncatus* E. Simonii est.

Digitized by Google

sed *E. lugubris* E. Sim. T. Thorellii *Episinum truncatum,* cuius exempla ab auctore benigne mihi communicata olim vidi, eundem esse atque *E. lugubris* E. Sim. iam in opere „Araneae Hungariae" notavi. *E. truncatus* Mengei etiam non dubium synonymum *E. lugubris* mihi videtur. *Episinus* Anglicus, cuius marem et feminam Cel. Fredr. Cambridge dono mihi dedit nomine *truncati* signata, *lugubris* E. Sim. est. *Episino lugubri* certo subiungendus est etiam *Episinus truncatus* Rev. O. P. Cambridgei sive *Theridium angulatum* Blackwallii; si duae species *Episini* Britanniam incolerent, auctores Anglici certo eas distinxissent. Teste Rev. O. P. Cambridgeo *E. truncatus* Anglicus constanter ornatur lineâ flavidâ in parte cephalicâ vittae obscurae cephalothoracis [1]), quam lineam equidem in *E. lugubri* (in exemplis pallidioribus) modo vidi, sed non in *truncato* E. Sim. *Episinum truncatum* C. L. Kochii eundem esse atque *E. lugubris*, Cel. E. Simon iam suspicatus est, recte quidem. In Belgiâ, ubi teste L. Beckerio *E. truncatus* solus occurrit, lectus est a Rev. E. Schmitz *Episinus lugubris.*

Episino truncato E. Sim. ut synonymum non dubium subiungendus mihi videtur *E. maculipes* Cavanna (Studi e ricerche d'aracnologia. Firenze 1876).

Inter synonyma *E. truncati* sui recepit Cel. E. Simon *Episinum algericum* H. Lucasii, eo innisus, quod ipse in regno Maroccano *Episinum truncatum* legit. Rev. O. P. Cambridge pro *E. algerico* H. Luc. aliam quandam speciem habet, ab *E. truncato* Anglico distinctam. Quae opiniones duae inter se non adeo repugnant, ut repugnare videntur, quoniam ille *E. truncatus* Anglicus certo idem est atque *E. lugubris* E Sim.; repugnant tamen: quoniam *E. algericus* Rev. Cambridgei, secundum descriptionem epigynae, manifesto species est ab *E. truncato* E. Sim. distincta. — Descriptio et figura *E. algerici* a H. Lucasio prolatae non satis subtiles sunt, ut ad decernendum sufficiant, utrum Cel. E. Simonio an Rev. O. Cambridgeo hac in re assentiendum sit. Si quidem Algeriam *E. truncatus* E. Sim. solus incolit, Cel. E. Simon ius suum tenebit. Sed investigationibus ulterioribus opus hic est, quae eo magis necessariae videntur, quod facile fieri potest, ut *E. algericus* Rev. Cambridgei se speciem late per orbem terrarum diffusam praebeat: ab Indiâ us-

[1]) Scientific Results of the second Yarkand Mission. Araneidea. Calcutta 1885; pag. 32.

Digitized by Google

que ad Madeiram, ubi lectus est a Rev. E. Schmitz *Episinus* idem fortasse atque *E. algericus* Cambr.

An *Episinus truncatus* E. Sim. idem sit atque *E. truncatus* Walckenaerii, dubium mihi videtur. Descriptio *E. truncati* a Walckenaerio prolata in Histoire naturelle des Insectes, Aptères, vol. II, pag. 376, melius quadrat in *lugubrem* quam in *truncatum* E. Sim.; vitta media cephalothoracis ante lineâ flavidâ dimidiata, pedum I femur et tibia (cum patella) fusca, metatarsus et tarsus albi, pedes III albi dicuntur, pedes IV (si quidem descriptionem eorum, paullo ambiguam, recte interpretor) albi in basi femorum, fusci in „medio" (scilicet in apice femoris, in patellâ, tibiâ, basi metatarsi), ceterum albi describuntur. — In vicinis Parisiorum, ubi *E. truncatum* legit Walckenaer, occurrit probabiliter non solum *E. truncatus* E. Sim., qui teste Cel. E. Simonio species est in Galliâ, totâ quidem, frequentior, sed etiam *E. lugubris,* quem auctor hic legit ad Bellofontanum (La Feuille des jeunes naturalistes, 1898, pag. 172).

Episinus lugubris Latreillei[1]) manifesto idem est atque Walckenaerii: *Episini* „characteres a dom. Walckenaer communicati" sunt Latreilleo. Sternum, cuius colorem tacitum praeteriit Walckenaer, rufescenti-brunneum describitur a Latreilleo, colore itaque cum *E. lugubri* E. Sim., neque cum *E. truncato* E. Sim. conveniens.

Nisi fallor in coniecturis meis, ambae *Episinorum* species nomina eis a Cel. E. Simonio imposita mutare debent: *Episinus lugubris* E. Sim. appellandus est *Ep. truncatus* Latr., *Episinus truncatus* E. Sim. vero: *E. algericus* H. Luc. aut *E. maculipes* Cavanna 1876, si quidem *E. algericum* Lucasii non Cel. E. Simon sed Rev. O. Cambridge recte agnovit. Si autem *E. truncatus* E. Sim. idem est atque *E. truncatus* Latr., quod mihi parum probabile videtur, *Episinus lugubris* E. Sim. nomen *E. angulati* (Blackw.) 1836 accipiet.

Erigone aries Kulcz. = **Scotinotylus antennatus** (Cambr.) **var.**

Erigone (Scotinotylus) aries Kulcz. certo non species propria est sed varietas modo *Sc. antennati* (Cambr.). Differentiae, quarum mentionem feci in „Araneae Hungariae" vol. II, pag. 95, ex parte in descriptionibus modo exstant, non in re. Sulcis lateralibus in parte cephalicâ caret non solum *Sc. aries* sed etiam *Sc. antennatus,* ut nunc in exemplo huius speciei benigne a Cel. E. Simonio commu-

[1]) Genera Crustaceorum et Insectorum, vol. IV, pag. 371.

Digitized by Google

nicato video. Palpi nullâ re differunt; processus tibialis superior etiam in *Sc. antennnato* apice non arcuato deflexus sed in angulum acutum fractus est. Appendicibus modo, quibus area oculorum mediorum ornatur, differt *Sc. aries* ab *Sc. antennato;* appendices hae longiores sunt in *antennato* (0·11 mm, in *Sc. ariete* 0·08 mm longae), non complanatae, apice acutae. Differentiam hanc constantem esse, pro certo dicere non audeo, quoniam marem *Sc. arietis* unicum modo vidi. — Exemplum *Sc. antennati* a Cel. E. Simonio communicatum paullo minus (cephalothorace 0·7 mm longo) est quam *S. aries,* quem in montibus Tatricis legi. In Alpibus Tiroliae (Glungezer, in altitudine 2400—2688 m) marem et feminas paucas legit B. Kotula; mas cum *Sc. antennato* convenit processibus frontalibus, staturâ vero cum *Sc. ariete;* feminas a *Sc. ariete* distinguere nescio.

Lephthyphantes zebrinus Menge et **L. Zimmermannii** Bertk.

Bathyphantae (?) cuidam, cuius exempla aliquot in Museo Berlinensi conservari dicuntur a Cel. E. Simonio nomine „*zebrinus* Mge." signata, W. Bösenberg nomen dedit *Bathyphantes Simonii* [1]). — Si species haec revera eadem est atque *Lephthyphantes* a Cel. E. Simonio *L. zebrinus* Mge. appellatus et descriptus in „Les Arachnides de France", quatuor iam ea accepit nomina: *Lephthyphantes zebrinus* E. Sim., *L. Zimmermanni* Bertkau 1893 (?), *L. Blackwallii* Kulcz. 1894, *Bathyphantes Simonii* Bösbg. 1901. *Lephthyphantam zebrinum* Cel. E. Simonii non esse verum *zebrinum* Mengei, primus Dr. Ph. Bertkau indicavisse videtur in opusculo, quod inscribitur „Arachniden gesammelt... in San Remo von Prof. Dr. Oskar Schneider", pag. 10. Opusculum hoc, in quo Dr. Bertkau *Lephthyphantae zebrino* E. Sim. nomen dedit *L. Zimmermanni,* ignotum mihi erat, quum in „Araneae Hungariae" vol. II, pag. 70, demonstrare conabar, *Lephyphantam zebrinum* O. Cambr. et F. Cambr. (quem L. Blackwallii appellavi) speciem esse a *Bathyphanta zebrino* Menge distinctam. — Mas *Lephthyphantae zebrini,* quem mihi Cel. E. Simon benigne communicavit, omnibus numeris convenit cum *L. Blackwallii* m. *L. zebrinum* E. Sim. itaque eundem esse censeo atque *L. zebrinus* O. Cambr. et F. Cambr., sive *L. Blackwallii* m., quamquam figura palpi maris a Cel. E. Simonio in „Les Arachnides de France" prolata non bene quadrat in hanc

[1]) Die Spinnen Deutschlands, pag. 87.

Digitized by Google

speciem (imprimis paracymbium non bene delineatum est in eâ; Auctor fortasse partem apicalem processus huius, quae difficilius conspicitur, cernere non potuit).

An tamen *Bathyphantes Simonii* Bösbg. idem sit atque *Lephthyphantes zebrinus* E. Sim., dubito. Quod speciem hanc W. Bösenberg generi *Bathyphantae* subiunxit, quamquam *L. zebrinus* E. Sim. verus est *Lephthyphantes,* res non magni momenti est, quoniam W. Bösenberg genera *Lephthyphantam* et *Bathyphantam* manifesto non eundem in modum atque alii auctores distinxit (qualem in modum distinxerit, difficile est ad extricandum, mihi quidem). Gravius videtur, quod neque figurae neque descriptio a Bösenbergio prolatae in *L. zebrinum* E. Sim. quadrant. An occurrant feminae *L. zebrini* E. Sim. ita coloratae, ut eas Bösenberg delineavit et descripsit, dicere non possum, unicam enim modo feminam huius speciei in manibus habeo, quam mihi benigne communicavit Cel. Fr. Cambridge, nomine *L. Blackwallii* Kulcz. signatam; haec femina multo abundius colore fusco picta est in dorso abdominis quam exempla a W. Bösenbergio et E. Simonio descripta. Epigyne a Bösenbergio delineata similior mihi videtur epigynae *L. zebrini* Mge. quam *L. zebrini* E. Sim. In figuris Bösenbergii 101 D et 101 E, quae palpum maris repraesentant, nihil video, quod demonstret, figuras has revera secundum palpum *L. zebrini* E. Sim. delineatas esse. — Fortasse itaque *Bathyphantes Simonii* Bösbg. species est a *Lephthyphanta zebrino* E. Sim. distincta, mihi — ni fallor — ignota.

Mas *Lephthyphantae zebrini* E. Sim., O. Cambr. 1879, F. Cambr 1891, sive *L. Zimmermannii* Bertk., *L. Blackwallii* Kulcz., facile distinguitur paracymbii formâ et armaturâ a *Lephthyphantis* similibus: *tenebricola* (Wid.), *flavipedi* (Blackw.), *Mengei* Kulcz., *tenui* (Blackw.). (Cfr. Araneae Hungariae, vol. II, pag. 69). Femina epigynae formâ (fig. 20) imprimis similis est *L. tenebricolae* et *L. tenui*; scapi pars, quae in epigynâ non distortâ cernitur praeter apiculum posticum, magnam partem latitudine est subaequali, ca. 0·065 mm lata, apice subito dilatata in lamellam ca. 0·18 latam, ca. 0·08 longam, paene ellipticam, quum ab imo adspicitur, in longitudinem et in transversum (laevius) convexam; tubercula alis lateralibus et scapo interiecta, cum huius parte angustâ contingentia, fere in longitudinem directa, insigniter longa, latitudine paullo inaequali, partem scapi dilatatam non attingunt; in parte epigynae posticâ inter lamellam apicalem scapi et alas laterales lamella utrimque conspi-

Digitized by Google

citur, concava, incurvata. tuberculum laterale fere attingens (secundum 1 exemplum). — *L. tenebricolae* scapus apicem versus sensim, sed inaequabiliter dilatatus est; tubercula lateralia attingunt partem scapi apicalem latam et sub eam ingrediuntur; *Lephthyphantae tenuis* scapus apice subito dilatatus est; partem apicalem eius dilatatam tubercula lateralia attingunt; lamella apicalis scapi non tota convexa est, ut in *L. tenebricolâ* et *L. Zimmermannii,* sed depressa in partibus anticis, quae sub tubercula lateralia ingrediuntur et apicibus eorum excisae videntur, quum epigyne ab imo adspicitur

Colore *Lephthyphantes Zimmermannii* magis cum *L. tenebricolâ* quam cum *L. tenui* convenit, propter fascias transversas abdominis fuscas in apicibus non dilatatas (an constanter?). Differunt hae species paullo etiam oculorum anticorum magnitudine et altitudine clypei; oculi antici magis inaequales et clypeus altior est in *L. Zimmermannii* quam in duabus aliis speciebus. (Conferantur descriptiones *L. Zimmermannii* et *L. tenuis* — sub *L. zebrino* et *L. tenebricola* — apud Cel. E. Simonium [1]) et Cel. Fr. Cambridgeum [2]). intervalla oculorum anticorum, quae subaequalia in *L. tenui,* insigniter inaequalia in *L. Zimmermannii* dicuntur, notam certam non praebent. vidi enim exempla *L. tenuis* non dubia oculis anticis mediis duplo longius a lateralibus quam inter se remotis).

Partes genitales *Lephthyphantae zebrini* (Mge.), quarum descriptio subtilior ad hoc tempus deest, paucis verbis attingendas censeo. Epigyne (fig. 21) a latere visa processum format retro et deorsum directum, supra, ubi fere planus est, ca. 0·24 longum, in latere antico a basi apicem versus modice et inaequabiliter angustatum, latere eo primo leviter sinuato, tum convexo et cum latere postico in arcum aequabilem confluenti. Paries basalis epigynae ab imo visus (fig. 22) in sinum excisus paene hemiellipticum, ca. 0·18 latum, 0·08 profundum, ad ipsum marginem posticum dilatatum, qui sinus totus repletur parte basali scapi, fere cordiformi apice — anteriora versus directo — late rotundatâ, leviter et aequabiliter convexâ, ca. 0·16 latâ, 0·11 longâ, basi sat late adnatâ, pone leviter excisâ. Totum marginem posticum partis huius lobi tres pallidiores, albidi cingunt, coniunctim limbum formantibus procurvum, apicibus parietem basalem attingentem, ad 0·03 latum, latitudine ubique sub-

[1]) Les Arachnides de France, v. V.

[2]) Ann. a. Magaz. Natur. History, January 1891.

Digitized by Google

aequali; e lobis his medius rotundatus est, laterales 2—3-plo longiores quam latiores. Nonnunquam e lobis his medius modo ultra marginem partis basalis scapi prominet, laterales non nisi in epigynâ a parte inferiore posticâ visâ conspiciuntur. — Palpi maris (fig. 19) parte patellari supra modice convexâ, non angulatâ, parte tibiali supra in longitudinem mediocriter, subter sat fortiter convexâ, sed tuberculo, quod in figurâ 100 D Bösenbergii conspicitur, carenti. Lamina tarsalis basi intus leviter elevata in angulum obtusum retro directum. Paracymbium formâ peculiari: lamina eius exterior sive reflexa a latere visa basi angusta, apicem versus fortiter dilatata, latere inferiore paene recto, antico leviter arcuato, cum priore in angulum paene rectum, apice rotundatum coëunti; latus superius sinus mediocriter aut parum profundos tres format; sinus basalis et medius longiores quam apicalis, dente lato subacuto inter se distincti, sinus apicalis dentibus humilibus, late obtusis definitus. Pars apicalis paracymbii a parte priore sulco profundo et in margine antico sinu profundo distincta ita, ut facile pro parte bulbi genitalis, neque paracymbii habeatur, oblonga, sursum et anteriora versus directa, ca. 0·13 longa, 0·05 lata, in concham excavata, quae pone margine recto, ante margine acuto, modice arcuato definitur. Lamella bulbi genitalis, quam characteristicam appellavi, parum evoluta, angusta, secundum marginem paracymbii inferiorem et anteriorem curvata, apicem eius laminae exterioris sulco definitae non attingens, apice rotundata, in longitudinem excavata; ad eius marginem anticum bulbus dente ornatur corneo lato brevi acuto, profundius sito, anteriora versus et deorsum directo.

Ero tuberculata de Geer.

Dubitabat W. Bösenberg [1]), an *Ero aphana* Walck. et *E. tuberculata* de Geer species sint distinctae, et sententiam T. Thorellii [2]) sequens eas pro varietatibus unius speciei potius habendas putabat, quamquam post Thorellium Cel. Dr. L. Koch demonstravit [3]), quibus rebus hac species inter se differant. — *Ero aphana* et *E. tuberculata* species sunt distinctissimae, sed marem *E. tuberculatae* Bösenberg non novit; mas, quem auctor hic *E. tuberculatae* subiunxit, non *E.*

[1]) Die Spinnen Deutschlands, pag. 113.
[2]) Remarks on Synonyms, pag. 77, 78.
[3]) Verzeichn. d. b. Nürnberg b. j. beobacht. Arachniden, pag. 185.

Digitized by Google

tuberculata est sed *E. aphana*. Processus, quibus lamina tarsalis verae *E. tuberculatae* ornatur, descripsi breviter in „Araneae Hungariae" vol. II, pag. 13; quae descriptio illustretur figurâ 23 hic prolatâ, laminam tarsalem desuper visam repraesentanti.

Clubiona stagnatilis Kulcz.

Clubionam holosericeam Blackwallii et *Cl. griseam* Dris L. Kochii olim ut synonyma *Clubionae reclusae* O. Cambr. subiunxi[1]) et speciem, quam T. Thorell, E. Simon, O. P. Cambridge *Clubionam griseam* appellaverunt, nomine novo: *Cl. stagnatilis* ornandam censui. Quod non placuit Rev. O. P. Cambridgeo[2]); sed nescio, an non recte.

Clubiona reclusa et *grisea* auctorum similes inter se sunt valde; differunt, teste Rev. O. P. Cambridgeo[3]), imprimis: cephalothorace fusco reticulato in *Cl. reclusa*, non reticulato in *Cl. grisea*, parte exteriore processus tibialis maris in illâ fortiter curvatâ, angulo recto fere foras directâ. — E notis a Blackwallio in descriptione „*Clubionae holosericeae*" prolatis, ad decernendum, cui speciei haec *holosericea* subiungenda sit, hae solae prosunt: cephalothorax obsolete nigro reticulatus, nigro marginatus, sternum nigrum, colore brunneo suffusum. Haec quadrant in *Cl. reclusam*, sed non in *Cl. griseam* auct. Descriptio palporum maris non satis subtilis est; processus tibialis semilunaris dicitur, ut processus respondens *Cl. griseae* a Rev. O. P. Cambridgeo describitur; sed semilunula haec manifesto apud Blackwallium e ramo interiore et exteriore processus tibialis constat, apud Rev. O. P. Cambridgeum e ramis superiore et exteriore. Sed omnem dubitationem tollit figura palpi apud Blackwallium, quae palpum *Clubionae reclusae* representat et ad *Cl. griseam* auct. referri non potest. Non solum ramum exteriorem processus tibialis ostendit ea foras directum, insigniter prominentem, fortiter anteriora versus curvatum, qualis est in *Cl. reclusâ*, sed etiam bulbum genitalem in apice intus stylis ornatum duobus gracilibus, subaequali longitudine, processu tertio, qui in apicis parte exteriore initium capit, non tectos, quum in *Cl. griseâ* auct. e processibus interioribus inferior brevis sit, in ramos duos inaequales

[1]) Araneae Hungariae, vol. II, pag. 226.

[2]) List of British and Irish Spiders, Dorchester 1900, pag. 10.

[3]) Spiders of Dorset, pag. 24.

Digitized by Google

divaricantes desinat (*Cl. reclusa* ad basim processus respondentis dente ornatur parvo, gracili porrecto, qui difficilius conspicitur), superior — in fundo alveoli situs — processibus duobus aliis ita occultetur, ut pars eius modo quaedam parva, difficile quidem conspici possit. — Descriptio et figura Blackwallii quadrant itaque in *Cl. reclusam*, non quadrant in *Cl. griseam* auct.

Sed Rev. O. P. Cambridge contendit, se exemplum typicum *Clubionae holosericeae* Blackwallianae possidere, et exemplum hoc *Clubionem griseam* auct. esse neque *Cl. reclusam*. Non libenter contradico Viro clarissimo, sed non possum, quin contradicam Si exemplum illud convenit cum descriptione Blackwallii, non est *Clubiona grisea* auct. sed *Cl. reclusa;* si non convenit, non est typicum. Tertium non datur; quis enim concesserit, Blackwallium *Clubionam holosericeam* suam secundum exemplum *Clubionae griseae* auct. ita descripsisse, ut descriptio quadret in *Cl. reclusam,* in *Cl. griseam* vero non quadret? — Quod Blackwallius *Clubionam reclusam* a Rev. O. P. Cambridgeo communicatam speciem sibi ignotam esse declaraverit, res non satis magni momenti est; incidunt in errorem etiam diligentissimi [1]).

Clubionam griseam L. Koch quod attinet, facile crediderim a Cel. Dre L. Kochio sub hoc nomine *Clubionas reclusam* et *griseam* auct. initio confusas esse. Secundum „Die Arachnidenfamilie der Drassiden" pag. 323, *Clubiona grisea* lecta est „unter Rollsteinen eines Giessbaches im Duxerthale (Tirol)" et in Dalmatiâ. Eidem speciei subiunxit Auctor celeberrimus exempla „an den Ufern des Dutzendteiches" reperta („Auch bei Nürnberg fand ich diese Art" l. c.). Sed in „Verzeichniss der in Tirol bis jetzt beobachteten Arachniden" (Zeitschr. d. Ferdinandeums 1876) pag. 256 et 257 „unter Steinen an einem Giessbache zwischen Lannersbach et Hinterdux" *Clubiona reclusa* lecta dicitur, *Cl. grisea* vero modo in Tirolià meridionali in regione Tridentinâ. Descriptionem totam secundum exempla *Clubionae reclusae* conscriptam esse, manifestissimum est ex eo, quod Auctor de colore cephalothoracis feminarum: non adultarum et adultarum et aetate provectarum et de palpis maris dixit: ramus superior processus tibialis ita excisus, ut in denticulos duos inaequales desinat, in *Clubionâ re-*

[1]) Conferantur ex. gr. ea, quae Rev. O. P. Cambridge scripsit de *Nerienis agresti* et *fuscâ* a Blackwallio determinatis in „The Spiders of Dorset" pag. 486.

Digitized by Google

clusâ modo est, non in *griseâ* auct.; ramus exterior recto angulo foras directus item in illâ modo, non in hac (ramus hic e basi angustâ apicem versus dilatatus describitur, quod non quadrat in *Cl. reclusam*, sed non quadrat etiam, multo magis quidem, in *Cl. griseam*). E figuris palporum a Cel. Dre L. Kochio prolatis, fig. 206 in *Cl. reclusam* solam quadrat: sat bene repraesentat ramum exteriorem, qui a latere adspectus sursum directus et paullo anteriora versus curvatus videtur; denticulo, qui in figurâ hac in latere inferiore rami superioris conspicitur, *Cl. reclusa* sola ornatur, neque *Cl. grisea* auct. Figura 207 parum subtilis mihi videtur: nihil in eâ cernere possum, quod quaestionem solvat, utrum ad *Cl. griseam* an ad *Cl. reclusam* sit referenda haec figura. Idem dici potest de figurâ 205, quae epigynam repraesentat.

Typus *Clubionae griseae* L. Koch ea *Clubiona* est (Tirolensis), quam Auctor hoc nomine appellatam descripsit in „Die Arachnidenfamilie der Drassiden", neque ea (Bavarica) quam primo eandem esse censuit atque *Cl. grisea* et postea ut *Cl. griseam* communicavit aliis arachnologis.

Uti prius itaque *Clubionam holosericeam* Blackw., *Cl. reclusam* O. Cambr., *Cl. griseam* L. Koch unam esse speciem et *Clubionam griseam* Thor., O. Cambr. nomine *Cl. stagnatilis* Kulcz. appellandam censeo.

Mengei *Clubiona grisea* (Preussische Spinnen pag. 355, tab. 202) eadem est atque *Cl. stagnatilis* nostra, *Cl. tridens* eadem atque *Cl. reclusa* O. Cambr.

III. De organo stridendi nonnullorum Theridiidarum.

Organo stridendi multo plures *Theridiidae* ornantur, quam ornari dicuntur.

In descriptione *Rhomphaeae longae* n. sp. (pag. 535) mentionem feci organi talis, quo feminae generis *Rhomphaeae* instructae sunt.

Cephalothorax maris *Argyrodis sundaici* (Dol. [1]) in parte posticâ

[1]) *Argyrodis*, quem *sundaicum* Dol. appello, exempla sat multa lecta sunt a Dre M. Raciborski in insulâ Java prope Buitenzorg; differt ille insigniter ab *Argyrode*, cuius partem cephalicam delineavit Cel. E. Simon in „Histoire naturelle des Araignées, edit. II." pag. 496, fig. 503, quae figura ad *Argyrodem amboinensem* Thor. potius referenda videtur. *Argyrodes sundaicus* noster idem fortasse est atque *Argyrodes sumatranus* Thor., cuius marem tamen non novi.

Digitized by Google

transverse striatus est, striis in parte mediâ paullo inconditis, pone melius evolutis et magis inter se remotis, anteriora versus magis magisque confertis, humilioribus, sensim evanescentibus; quae striae probabiliter partem organi stridendi proprii non formant, in parte oppositâ abdominis enim nullum instrumentum video, quod stridendo servire possit. In parte posticâ laterali utrâque striae circiter decem cernuntur optime evolutae, postremae inter se circiter 0·024 mm, anteriores circiter 0·016 mm remotae, apices interiores striarum harum dextrarum et sinistrarum inter se circiter 0·16 mm. apices exteriores circiter 0·32 mm distant; anteriora versus area striis occupata in partes cephalothoracis striis transversis inordinatis, denique evanescentibus, tectas sensim abit. Ad strias descriptas, in parte exteriore, striae aliae sitae sunt, item optime evolutae, inter se parallelae, multo (triplo — sexies) densiores, angulos posticos cephalothoracis (qui inter se circa 0·45 mm distant) attingentes, sed a margine laterali spatio non striato, anteriora versus sensim latiore, distinctae. Paries anticus abdominis (fig. 24) excavatus est in foveam circa 0·35 mm latam, margine bene expresso circumdatam; in margine hoc dentes cornei, transverse positi, compressi, utrimque septem siti sunt: supra duo et in lateribus quinque; e dentibus quatuor superioribus duo maiores sunt, inter se 0·23 mm, a dentibus lateralibus proximis circa 0·065 mm remoti, paullo maiores quam laterales, qui inter se circiter 0·03 mm distant. Prope a dente superiore utroque, ca. 0·03 mm remotus, denticulus minor conspicitur paullo altius situs et a lineâ medianâ magis remotus. Ad dentem unumquemque in eius parte exteriore pilus innatus est tenuis quidem, sed, ni fallor, rigidus; pili dentibus quatuor supremis vicini breves sunt (circiter 0·02—0·03 mm), reliqui multo longiores (ca. 0·08mm longi). Pars abdominis antica excavata circumdata videtur in lateribus et supra(?) serie pilorum longorum (ca. 0·27 mm), sat confertorum, anteriora versus directorum. Pili hi certo non partem organi stridendi proprii formant, sed modo id protegunt fortasse.

Etiam femina huius speciei ornatur organo stridendi, minus tamen quam in mare evoluto. Striae, numero 20 saltem utrimque, areolas occupant in parte posticâ cephalothoracis prope a petiolo utrimque sitas, ubi scutum dorsuale fortiter convexum et ex parte (pone) ad perpendiculum directum est; partes mediae areolarum inter se circiter 0·3 mm distant. Paries anticus abdominis (fig. 25) convexus, forma non insignis; supra petiolum abdomen lamellis orna-

Digitized by Google

tur duabus, corneis, modice induratis, circiter 0·1 mm longis et latis, rotundatis fere, inter se ca. 0·24 mm remotis. Lamella utraque pilis duobus instructa est rigidis, sed non insigniter crassis, ca. 0·055 longis, alter supra alterum sitis; paria pilorum distant inter se ca. 0·35mm. Proxime a petiolo abdomen ornatur in utroque latere serie pilorum circiter 6, deorsum directâ, leviter incurvatâ; pili hi modice rigidi, ca. 0·43 mm longi, fortasse non pertinent ad organum stridendi, ut etiam pili alii magis a petiolo remoti, in lateribus et supra siti, circa 0·3 mm longi et longiores.

Nescio an descriptio haec non satis sit subtilis; omnia exempla huius speciei, quae vidi, plus minusve laesa sunt.

Organo stridendi simili ornantur etiam aliae species generis *Argyrodis*, quas possideo: *A. argentatus* Cambr. (femina), *A. fissifrons* Cambr. (mas et femina), *A. antipodianus* Cambr.? (femina e Novâ Hollandiâ), *A. amboinensis* Thor. (mas et femina), *A. argyrodes* (Walck.) (mas et femina). In feminâ *Argyrodis fissifrontis* areolae cephalothoracis densissime striatae maculas formant opacas optime definitas ita, ut etiam sub lente mediocriter modo acutâ facile cernantur. In lamellis corneis, quibus abdomen feminae *A. amboinensis* ornatur, dentes corneos duos vidisse videor et ad eos pilum ca. 0·16 mm longum; maris cephalothorax striis medio propioribus, abdomen dentibus in margine superiore parietis antici excavati carere videtur. Mas *A. argyrodis* in cephalothorace, ut *A. sundaicus*, striis crassioribus, medio propioribus et striis subtilioribus, densius congestis, a medio magis remotis ornatur.

Mares *Theridiorum* omnes, quos examinavi, instructi sunt organo stridendi bene evoluto. Organi huius duo genera vidi in *Theridiis*, alterum in *Theridio pulchello* Walck. et *Th. vittato* C. L. Koch, alterum in *Theridio aulico* C. L. Koch, *bimaculato* L., *Blackwallii* Cambr., *denticulato* Walck., *formoso* Clerck, *herbigrado* E. Sim., *impresso* L. Koch, *lepido* Walck., *lineato* Clerck, *nigrovariegato* E. Sim., *picto* Walck., *pinastri* L. Koch, *ripario* Blackw., *simili* C. L. Koch, *sisyphio* Clerck, *tepidariorum* C. L. Koch, *tincto* Walck., *umbratico* L. Koch, *varianti* Hahn. Ut exemplum generis secundi organum stridendi *Theridii tepidariorum* describam:

Scutum dorsuale cephalothoracis in parte posticâ praeruptâ striis ornatur transversis, parallelis, optime evolutis, numero 40 saltem

Digitized by Google

utrimque, infra circiter 0·008 mm inter se remotis, supra magis magisque confertis et minus expressis, denique in parte dorsi minus declivi evanescentibus; in parte mediâ inter strias has cephalothorax etiam striatus est, sed striis paullo inordinatis et minus evolutis, quae certo stridendo non serviunt; in lateribus striae item evanescunt ita, ut areae striatae ad organum stridendi pertinentes parum sint definitae; spatium, quos eis ambabus occupatur, circiter 0·6 mm longum et in parte latissimâ (inferiore) ca. 0·8 latum est. Paries anticus abdominis (fig. 27) non evidenter excavatus, circa petiolum (in lateribus et supra) callo instructus lato, obtuso, modice indurato, in semicirculum fere curvato, sed supra spatio non elevato, ca. 0·06 mm lato interrupto. Diameter interior semicirculi huius circa 0·44, diameter exterior ca. 0·78 mm longa est, cuticula calli in parte superiore fere transverse striata, striis modice expressis et paullo inaequalibus, in parte inferiore irregulariter reticulata potius. Pars utraque calli tuberculis ornatur corneis, numero 20 saltem, obtusis, dispersis; ad tuberculum quodque (ex parte in tuberculo) pilus situs est rigidus sed non insigniter crassus, ca. 0·06—0·08 mm longus.

In reliquis supra enumeratis speciebus fabrica organi, de quo agitur, similis est; cuticula calli abdominalis nonnunquam non striata sed granulata (ex. gr. in *Theridio denticulato*); dentes calli eiusdem plerumque pauciores (ex. gr. in *Theridio impresso* circiter 14, in *Th. denticulato* ca. 6 utrimque), si pauci sunt, non dispersi esse solent, sed in seriem deorsum directam, modice incurvatam dispositi. Striae cephalothoracis variant numero et intervallis, nonnunquam adeo densae sunt, ut difficilius numerentur (ex. gr. in *Theridio ripario* fortasse modo 0·003 mm remotae).

Theridium varians Hahn callo in pariete antico abdominis caret, ad petiolum utrimque lamellâ ornatur oblongâ, in longitudinem directâ, mediocriter induratâ, intus sat bene, supra et in lateribus parum definitâ, infra cum scuto epigastrico coniunctâ; dentes in eâ parum evoluti, duo modo utrimque, in parte superiore lamellae siti, pilos ca. 0·05 mm longos gerentes (fig. 26).

Omnium subtilissime striatus est cephalothorax *Theridii aulici* C. L. Koch, striis fortasse 0.002 mm inter se distantibus (?); abdomen callo evidentiore caret, lamellis ornatur similibus fere atque in *Theridio varianti*, sed maioribus, supra incurvatis, ca. 0·3 mm longis, 0·08 latis, infra 0·35 mm, supra 0·05 mm remotis, petiolum itaque non solum in lateribus sed etiam supra cingentibus semian-

Digitized by Google

nulo supra sat anguste interrupto. Lamella utraque dentibus instructa mediocriter evolutis 6 aut 7, seriem rectam fere, deorsum et foras directam formantibus; pili ad latus exterius dentium siti deorsum gradatim longiores, supremi circa 0·03, infimi ca. 0·08 mm longi.

Organo stridendi differunt *Theridium pulchellum* Walck. et *Th. vittatum* C. L. Koch a reliquis speciebus insigniter. Cephalothorax *Theridii pulchelli* in parte posticâ obsolete modo et irregulariter striatus est (quae striae probabiliter ad organun commemoratum non pertinent); margo posticus scuti dorsualis, qui in speciebus praecedentibus in medio in sinum sat profundum excisus est, non sinuatus in medio, in latere utroque paullulo productus carinulam format acutam, libratam; apices interiores carinularum harum petiolum attingunt et inter se circiter 0·23 mm distant, ca. 0·24 longae sunt (a vero margine postico scuti dorsualis, qui deorsum et anteriora versus inflexus est, carinulae distant ca. 0·03 mm in parte exteriore, ad petiolum vero cum eo coniunguntur, ni fallor). Paries anticus abdominis (fig. 28) parum excavatus, callo evidentiore caret, ad petiolum utrimque et supra modice induratus est, granulatus, utrimque carinâ ornatur optime evolutâ, corneâ, circiter 0·27 mm longâ; carinae, deorsum fere directae, supra 0·39, infra 0·48 mm inter se distantes, dense serratae sunt denticulis fortiter compressis sive transversis; denticuli in carinâ utraque circiter 40. Ad denticulum quemque, in eius latere exteriore, pilus situs est erectus, circiter 0·015 mm longus (fig. 29).

Theridii vittati cephalothorax pone paullo evidentius mihi striatus videtur quam in *Th. pulchello*, fabrica organi stridendi ceterum similis atque in hoc.

Feminas *Theridiorum* quod attinet, rudimenta quaedam organi stridendi in compluribus earum vidisse videor, ex. gr. in *Theridio formoso, impresso, lepido, lineato, nigrovariegato, picto*; investigationes subtiliores, quam eas ipse peragere potui, fortasse demonstrabunt, feminas omnium aut plurimorum saltem *Theridiorum* organo tali ornari. Ad hoc tempus femina *Theridii denticulati* sola est, in quâ organum stridendi non dubium, quamquam mediocriter modo evolutum inveni. Pars postica cephalothoracis in eâ (ca. 0·2 mm longa in exemplo cephalothorace 1·6 mm longo) transverse striata est, striis tamen multo minus evolutis, magis inaequalibus et inconditis,

Digitized by Google

quam in maribus; strias profundiores circiter 6 vidi in utraque parte cephalothoracis, spatiis 0·015—0·03 latis remotas; latera versus striae numerosiores fiunt sed minus evolutae; areae fortius striatae, dextra et sinistra, distant inter se ca. 0·3 mm, coniunctim spatium ca. 0·7 mm latum occupant. Paries anticus abdominis ad latus utrumque petioli et supra petiolum pilis ornatur similibus atque pili organi stridendi in maribus. Pili hi utrimque in lineam digesti sunt ca. 0·65 mm longam, sursum et paullo intus directam, paullo inconditam praesertim supra, ubi etiam in latere exteriore harum linearum et inter eas pili pauci similes inveniuntur. Lineae dextra et sinistra distant inter se infra ca. 0·65 mm, supra ca. 0·25 mm. Pili inaequales sunt, ca. 0·04—0·2 mm longi, in serie utrâque circiter decem.

Genera: *Dipoenam* Thor. (inclusis *Lasaeolis* E. Sim.), *Euryopidem* Menge, *Lathrodectum* Walck., *Episinum* Latr., *Plocamidem* E. Sim. araneis organo stridendi ornatis adnumerare non audeo, quamquam cephalothorax eorum pone plus minusve striatus est transverse in maribus saltem aut in his fortius quam in feminis, quoniam in abdomine eorum alteram partem organi, e dentibus corneis aut pilis constantem, cuius natura et munus in dubium vocari non possit, non video. Strias transversas cephalothoracis non omnes partem esse organi stridendi, demonstrat ex. gr. *Dipoena torva* Thor. (*procax* E. Sim.), cuius mas non solum in pariete postico cephalothoracis (etiam in eius parte supremâ, quae cum abdomine contingere non potest) sed etiam in lateribus cephalothoracis ornatur striis subtilioribus et sulcis latis.

Notandum tamen est, araneas multas quidem (non solum e familiâ *Theridiidarum* sed etiam *Argiopidarum*) sed non omnes ornari striis transversis in parte posticâ cephalothoracis, saepe fortioribus in maribus quam in feminis; quaestio, qui sit usus harum striarum ulterioribus investigationibus digna est, parum enim probabile videtur, eum plane nullum esse.

IV. De araneis nonnullis, quae Germaniam incolere dicuntur.

In opusculo, quod inscribitur: Die Spinnen der Rheinprovinz [1], W. Bösenberg anno 1899 praeter alias araneas superiore tempore

[1]) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande, Westfalens und des Regierungsbezirks Osnabrück, 56 Jhg. 1899.

Digitized by Google

in Borussicâ Provinciâ Rhenanâ non observatas, species aliquot protulit ut in Provinciâ eâ (ex parte „prope Bonnam") a Dre Ph. Bertkau locis non indicatis lectas. Omnes has species, numero 58, revera a Dre Bertkau prope Bonnam aut in Provinciâ Rhenanâ lectas esse, difficillimum est ad fidem. Non desunt inter eas araneae alias in superioribus regionibus Alpium modo, imo in Carpatis modo, observatae, praeter incolas Europae meridionalis notissimos.

Novisse censeo, ubi pars quaedam exemplorum, de quibus agitur, lecta sit et quo modo in thesaurum Dris Bertkau devenerit: ipse ea legi in Poloniâ et Dri Bertkau anno 1883 communicavi. E speciebus, quas eo tempore Dri Bertkau misi, numero 105, novem et triginta inventae sunt postea in Provinciâ Rhenanâ partim a Dre Bertkau partim a W. Bösenbergio et in opusculo supra dicto prolatae ut locis certis et compertis lectae; quinque et triginta aliae locis non nominatis repertae ibidem dicuntur; una et triginta denique non commemorantur; hae probabiliter, ut pars non parva thesauri Dris Bertkau, non satis custoditae, deperierunt.

Secundum ea, quae supra dixi, e faunâ Proviciae Rhenanae, pro parte e faunâ Germaniae (quatenus in aliis terris Germaniae lectae non sunt) tollendae videntur — ad tempus saltem — hae species, numero 35:

Linyphia expuncta Cambr. (= *Lephthyphantes lepidus* Cambr.),
Lephthyphantes alacris Blackw. (= *terricola* C. L. Koch), *L. crucifer* Menge, *L. monticola* Kulcz., *L. mughi* Fick., *L. pallidus* Cambr., *L. tenebricola* Wider,
Bathyphantes approximatus Cambr.,
Bolyphantes luteolus Blackw.,
Theridium lepidum Walck., *Th. umbraticum* L. Koch,
Centromerus expertus Cambr.,
Kulczyńskiellum agreste Blackw. (= *Oedothorax agrestis* Blackw.), *K. tuberosum* Blackw. (= *Oedothorax tuberosus* Blackw.),
Gongylidiellum latebricola Cambr.,
Tapinocyba insecta L. Koch,
Abacoproeces saltuum L. Koch,
Troxochrus ignobilis Cambr.,
Pedanostethus truncorum L. Koch (Haec species, quam W. Bösenberg in opere, quod inscribitur: Die Spinnen Deutschlands, pag. 138, modo in Provinciâ Rhenanâ a Dre Bertkau lectam dicit, mon-

Digitized by Google

tes Asciburgios incolit. Cfr.: Dr. C. Fickert, Myriopoden und Arachniden vom Kamme des Riesengebirges, 1875),

Thyreosthenius biovatus Cambr.,

Gnaphosa montana L. Koch,

Clubiona germanica Thor., *Cl. subsultans* Thor.,

Xysticus luctator L. Koch,

Lycosa albata L. Koch, *L. ferruginea* L. Koch, *L. morosa* L. Koch, *L. riparia* L. Koch, *L. saltuaria* L. Koch,

Tarentula miniata C. L. Koch.

Pirata leopardus Sund.,

Heliophanus dubius C. L. Koch,

Attus saxicola C. L. Koch (= *Sitticus saxicola* C. L. Koch), *A. terebratus* Clerck (= *Sitticus t.*),

Aelurillus festivus C. L. Koch

De nonnullis aliis speciebus „loco non nominato lectis" ipse iam W. Bösenberg dubitabat (partim in „Die Spinnen der Rheinprovinz", partim in „Die Spinnen Deutschlands"), an revera Provinciam Rhenanam incolant; species hae sunt: *Epeira Schreibersii* Hahn (= *Araneus Circe* Sav.), *Runcinia lateralis* C. L. Koch, *Phlegra Bresnieri* Luc., *Attus barbipes* E. Sim. (= *Saitis barbipes* E. Sim.). *Callilepidem exornatam* C. L. Koch fortasse consulto W. Bösenberg in „Die Spinnnen Deutschlands" tacitam praeteriit. Non satis perspicuum est, quare auctor idem tres alias species: *Drassum severum* C. L. Koch [1]), *Lophocarenum acuminatum* Menge (species dubia), *Theridium lepidum* Walck. (*Th. instabile* Cambr. in „Die Spinnen Deutschlands"), secundum „Die Spinnen der Rheinprovinz" a Dre Bertkau „locis non nominatis" lectas, in opere „Die Spinnen Deutschlands" inter species sibi ignotas receperit. *Theridium Hasseltii* Thor., omissum in „Die Spinnen Deutschl.", quamquam secundum „Die Spinnen der Rheinprov." exempla eius sat multa in collectione Dris Bertkau conservantur, idem est atque *Theridium Blackwallii* Cambr., ut mihi scripsit olim ipse W. Bösenberg.

Dr. Bertkau araneas legit non solum in Provinciâ Rhenanâ sed etiam in Tirolià meridionali [2]), araneas cum aliis mutabat aut ab

[1]) *Drassum severum* C. L. Koch Dr. F. Karsch anno 1873 ut in Westfalia lectum protulit; certo non recte!

[2]) Cfr. Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellsch. f. Natur u. Heilkunde in Bonn, 47. Jhg. pag. 77.

Digitized by Google

aliis examinandas accipiebat [1]). Quum itaque thesaurus eius non solum araneas Provinciae Rhenanae contineat sed etiam extraneas, non possunt araneae in thesauro eo conservatae eae, quarum patria indicata non est, omnes pro certis incolis Provinciae Rhenanae haberi.

Postquam opusculum W. Bösenbergii „Die Spinnen der Rheinproxinz" in lucem editum est, scripsi auctori celeberrimo, partem maiorem aranearum, de quibus agitur, certo non a Dre Bertkau lectam sed a me illi communicatam esse. Nihilominus araneae hae ut incolae Provinciae Rhenanae prolatae sunt postea in opere, quod inscribitur „Die Spinnen Deutschlands".

Ad unam insuper speciem animum arachnologorum advertam, necesse est. Feminam *Lephthyphantae annulati* Kulcz. in frutice quodam prope Godesberg ad Rhenum (secundum „Die Spinnen der Rheinprovinz": in fruticibus inter Bonnam et Godesberg) lectam a se dicit W. Bösenberg. *Lephthyphantes annulatus* species est ceteroquin in montibus Tatricis solum observata, ubi regionem alpinam superiorem modo incolit, neque in regionem Pini mughi quidem descendere videtur. Protuli quidem speciem hanc olim ut incolam regionis alpinae superioris Alpium Tiroliae meridionalis [2]), sed non recte; exempla non adulta, quae in valle Suldental dicta legi et — non sine dubitatione — *Lephthyphantae annulato* adnumeravi, ad *Lephthyphantam Kotulai* Kulcz. pertinent. *Lephthyphantam annulatum* in Provinciâ Rhenanâ occurrere, adeo parum verisimile est, ut suspicatus sim, W. Bösenbergium aliam quandam speciem pro *L. annulato* habuisse; non recte; femina, quam mihi W. Bösenberg postea examinandam communicavit, verus est *L. annulatus*, ab exemplis in montibus Tatricis lectis nullâ re distinctus. Quamdiu observationes ulteriores non demonstrabunt haud dubie, *Lephthyphantam annulatum* revera Provinciam Rhenanam incolere, hoc verum aenigma zoogeographicum in errore quodam positum censebo: exemplum, quod W. Bösenberg in manibus habuit, fortasse non ab eo ad Godesberg lectum, sed a me in montibus Tatricis repertum et Dri Bertkau communicatum, a Bösenbergio verum postea casu quodam inter araneas ad Godesberg collectas iniectum est.

[1]) Cfr. Dr. Ph. Bertkau, Arachniden gesammelt vom 12. November 1888... in San Romo von Prof. Dr. Oskar Schneider; Sitzungsber. u. Abhandl. Naturwiss. Ges. Isis Dresden 1893 (?)

[2]) Symbola ad faunam Arachnoidarum Tirolensem, 1887.

Digitized by Google

Explicatio figurarum.

Tab. XIV.

1. *Rhomphaea longa* n. sp., epigyne.
2. Eiusdem speciei abdomen a latere visum.
3. *Ero ligurica* n. sp., epigyne.
4. *Lephthyphantes annulatus* Kulcz., pars quaedam bulbi genitalis.
5. Pars respondens *Lephthyphantae frigidi* E. Sim.
6. *Lephthyphantes frigidus* E. Sim., mas; palpi dextri partes patellaris, tibialis, tarsalis.
7. *Lephthyphantes (?) armatus* n. sp., mas; palpi sinistri partes patellaris tibialis, tarsalis a latere visae.
8. Eiusdem palpi pars tarsalis ab imo visa.
9. *Lephthyphantes Kotulai* n. sp., epigyne ab imo visa.
10. Eadem a latere visa.
11. *Lephthyphantes (?) armatus* n. sp., epigyne.
12. *Saitis graeca* n. sp , epigyne.
13. *Lephthyphantes frigidus* E. Sim., epigyne ab imo visa.
14. Eadem a latere visa.
15. *Saitis barbipes* E. Sim., epigyne.
16. *Saitis barbipes* E. Sim., mas; pars tarsalis palpi sinistri.
17. *Saitis graeca* n. sp., mas; pars tarsalis palpi sinistri.
18. *Saitis taurica* n. sp., mas; pars tarsalis palpi sinistri.
19. *Lephthyphantes zebrinus* Menge, mas; palpi sinistri pars tibialis et tarsalis.
20. *Lephthyphantes Zimmermannii* Bertk., epigyne.
21. *Lephthyphantes zebrinus* Menge, epigyne a latere visa.
22. Eadem ab imo visa.
23. *Ero tuberculata* de Geer, mas; pars tarsalis palpi dextri.
24. *Argyrodes sundaicus* (Dol.), mas; pars abdominalis organi stridendi.
25. Eiusdem speciei pars respondens feminae.
26. *Theridium varians* Hahn, mas; pars abdominalis organi stridendi
27. *Theridium tepidariorum* C. L. Koch, mas; pars abdominalis organi stridendi.
28. *Theridium pulchellum* Walck., mas; pars abdominalis organi stridendi.
29. Eiusdem organi pars fortius amplificata.

pt in fig. 24—28: petiolus abdominis.

---

48. M. R. NITSCH. **Doświadczenia z jadem laboratoryjnym wścieklizny. Część II.** ***(Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). II-ème partie.*** Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

VIII.

Recherches sur la virulence du virus, 1 à 4 jours après l'infection.

On a maintes fois, et dans des buts variés, inoculé avec succès 5 à 8 jours après l'infection, la rage provenant d'animaux infectés

Digitized by Google

de la rage de laboratoire. Mais je ne crois pas que l'inoculation de la rage, ait été déjà tentée dans les premiers jours après l'infection. Comme nous ne connaissons pas le virus de la rage, ni son mode de développement, on peut se demander si dans le cours de ce développement le virus ne traverse pas une période pendant laquelle il jouit de l'inocuité vis-à-vis des animaux. Afin de résoudre cette question, j'ai essayé d'inoculer la rage provenant du cerveau de lapins infectés sous la dure-mère, dans le délai de 1 à 4 jours après l'infection. Après avoir tué les lapins à l'aide du chloroforme, j'ai injecté sous la dure-mère, à des lapins sains, une quantité considérable de substance cérébrale.

Je ne m'arrêterai point à décrire en détail ces expériences que la presse polonaise a d'ailleurs signalées. Je me borne ici à en enregister les résultats: Avec un cerveau pris de 1 à 4 jours après l'infection, on parvient à inoculer la rage à des animaux sains. Ainsi la méthode mise en usage n'a pas permis de constater que le virus de la rage subisse des transformations au cours desquelles il pourrait être, temporairement, d'une inocuité certaine pour les lapins.

IX.

Recherches sur la virulence de certaines parties du système nerveux de lapins ayant succombé à la rage de laboratoire.

Au mois de juillet 1904, je fis paraître dans le Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie les résultats de mes expériences sur la localisation du virus de la rage dans le système nerveux central.

Le présent travail a pour but de décrire les expériences ultérieures sur le même sujet ainsi que sur la localisation du virus dans le système nerveux périphérique.

J'en ai consigné les résultats dans des tables dressées d'après la méthode précédemment expliquée. Je ne reviendrai donc pas ici sur ces explications. Pour ces expériences, j'ai exclusivement fait usage de matériaux provenant de lapins ayant subi des injections sous dure-mèriennes avec du virus de laboratoire (virus fixe). Ces injections ont presque toujours été pratiquées sous la dure-mère, quelquefois cependant directement dans le cerveau, ainsi que le signalent les tables. La substance émulsionnée a toujours été passée au papier filtre. Les cas où j'ai fait usage de substance non filtrée sont scrupuleusement notés dans les tables.

Digitized by Google

Les lapins de contrôle ont toujours été inoculés avec de la substance prise dans la région supéro-postérieure des hémisphères cérébraux, par conséquent seulement avec de la substance grise de l'écorce cérébrale.

Voir Tables X—XXIII, page 671—684.

Les expériences consignées dans la table X démontrent donc que par la méthode mise en usage il est impossible de faire ressortir des différences notables entre la virulence de la substance nerveuse dans les corps striés et dans l'écorce cérébrale.

Les expériences de la table XI sur les couches optiques (thalami optici) démontrent que le lapin 1 injecté de la substance blanche de ces couches n'a pas péri. Le lapin 2, injecté de substance grise des couches optiques a succombé. il est vrai, à la rage, mais deux jours plus tard que le lapin de contrôle, et chez lui la maladie s'est manifestée plus tard. Conclusion: La substance grise et la substance blanche des couches optiques accusent une virulence moindre que la couche corticale cérébrale; de plus la substance blanche des couches optiques est beaucoup moins virulente que la substance grise de ces mêmes couches.

La table XII fait ressortir que l'emploi de 0.05 mg. de substance à injecter ne permet pas de constater de différence sensible entre la virulence de la corne d'Ammon et celle de l'écorce cérébrale. C'est une constatation que j'avais déjà faite dans la table VI. (I-ère partie).

La même remarque s'applique aux expériences de la table XIII, sur les tubercules quadrijumaux antérieurs (voir également la table V, I-ère partie).

Il résulte de la table XIV que la virulence des lobes olfactifs (lobi olfactorii) est moindre que celle de la couche corticale du cerveau. Cette assertion n'est contredite que par les résultats de l'expérience 2, dans laquelle un lapin, dont le poids était à peu près le même que celui du lapin de contrôle et qui avait reçu une même quantité d'émulsion, est mort une demi-journée avant ce dernier. Mais en revanche le résultat de l'expérience 4, où le lapin injecté de la même dose de substance des lobes olfactifs que le lapin de contrôle ne succomba pas, appuie évidemment cette assertion.

Les expériences de la table XV avec les lobes frontaux (lobi frontales) montrent que la substance grise des parties antéro-

Digitized by Google

Table X.

Expériences sur les corps striés (corpora striata).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	3/IX	Exp. 2050	Corps strié; 0,1 mg. de substance grise 1000 fois diluée	8/IX	5	7.1990 10.1700 9.1770	12/IX	9	
2	"	Exp. 2300	"	9/IX	6	7.2195 9.2030 8.2100 10.1980	"	9	
1a	"	Contr. 2230	Écorce cérébrale 0,1 mg.	9/IX	6	7.2240 9.2090 8.2160 10.2000	"	9	
3	1/X	Exp. 3420	0.05 mg. de la subst. grise du corps strié 2000 fois diluée	7/X	6	5.3280 8.2660 6.3340 7.2930	9/X	8	Le 6/X elle a mis bas quelques petits
4	"	Exp. 2500	"	6/X	5	5.2395 7.2350 6.2400 8.2330	"	8	
3a	"	Contr. 2950	Écorce cérébrale 0,05 mg. de substance 2000 fois diluée	6/X	5	5.2840 7.2720 6.2780 8.2660	nuit du 9/10	8½	

Digitized by Google

Table XI.

Expériences sur les couches optiques. (Thalami optici).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	8/IX	Exp. 2940	0,1 mg. de la substance blanche des couches optiques (1000 fois diluée)			12.2850 20.2820 13.2910 25/X.2750 14.2850 28/XI.2750 16.2780			Le 1/XII bien portant: employé à d'autres expériences
1a	"	Contr. 3060	écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	13/IX	5	12.3100 15.2640 13.3050 16.2500 14.2850	16/IX	8	
2	20/IX	Exp. 2700	0,1 mg. de la substance grise des couches optiques	25/IX	5	24.2670 28.2360 25.2650 29.2190 26.2520	nuit du 29/30	9½	
2a	"	Contr. 2800	écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	24/IX	7	24.2750 26.2480 25.2590	nuit du 27/28	7½	

Digitized by Google

Table XII.

Expériences sur la corne d'Ammon (cornu Ammonis). (Seulement avec la substance grise).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	25/VIII	Exp. 2170	Corne d'Ammon 0,05 mg. de substance 2000 fois diluée	30/VIII	$5^1/_2$	29.2080 30.2010 31 2000 1.1870 3.1720 3.1685	3/IX	9	La partie supérieure seule de la corne d'Ammon a été employé
2	"	Exp. 2100	"	"	5	29.2210 1.1960 30.2130 2.1700 31.1900 3.1650	3/IX	9	"
1a	"	Contr. 2100	Ecorce cérébrale 0,05 mg. de substance	31/VIII	6	29.2200 1.1900 30.2270 2.1870 31.2170 3.1865	nuit du $^3/_4$	$9^1/_2$	

Digitized by Google

Table XIII.

Expériences sur les tubercules quadrijumeaux antérieurs. (Corpora quadrigemina).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	30/VIII	Exp. 2330	Tubercules quadrij: 0,1 mg. de substance 1000 fois diluée	4/IX	5	3.2420	nuit du 8/9	9 1/2	Le lapin nr: 1 a reçu un peu plus de 0,1 mg.
2	"	Contr. 2410	"	5/IX	6	3.2550	"	9 1/2	
1a	"	Contr. 2360	Écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	4/IX	5	3.2370	7/IX	8	
3	19/IX	Exp. 3100	Tubercules quadrij: 0,05 mg. de substance (2000 fois diluée)	24/IX	5	23.3020 27.2860 24.3110 28.2790 26.2870	29/IX	10	
3a	"	Contr. 3000	Écorce cérébrale 0,05 mg. de substance	25/IX	6	23.3120 26.2660 24.3140 27.2600 25.2860 28.2480	30/IX	11	

Digitized by Google

Table XIV.

Expériences sur le lobe olfactif (lobus olfactorius).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	28/VIII	Exp. 3050	Lobe olfactif 0,1 mg. de substance	2/IX	5	1.3200 2.2970 3.2990	7/IX	10	
2	"	Exp. 2780	"	3/IX	6	1.2710 2.2710 3.2660	nuit du 3/4	6 1/2	
1a	"	Contr. 2840	Écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	3/IX	6	1.2780 2.2870 3.2610	4/IX	7	
3	29/IX	Exp. 2400	Substance grise et blanche du lobe olfactif 0,2 mg. de substance	5/X	6	3.2300 6.2090 4.2210 7.2020 5.2140 8.1880	8/X	9	Les exp: 3 4 et 3a ont été faites avec le cerveau d'un lapin qui périt 12 jours aprés l'infection avec la substance blanche du cerveau (voir table XXVI 1) Ces exp: ont été faites 18 heures après la mort du dit lapin.
4	"	Exp. 2100	Dtto 0,1 mg. de subst.			3.2100 8.2035 4.2070 25.2150 5.2120 2/XII.2520 (!) 6.2100 4/XII après 66 jours employé à d'autres expériences			
3a	"	Contr. 2350	Écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	4/X	5	1.2350 4.2110 7 1950 3.2300 5.2100	nuit du 7/8	8 1/2	

Digitized by Google

Table XV.

Expériences sur le lobe frontal (lobus frontalis).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	17/VIII	Exp. 2480	Substance grise du lobe frontal 0,1 mg. de subst.	21/VIII	4	21.2340 24.1740 22.2120 23.1920	nuit du 24/25	7½	
1a	"	Contr. 2450	Ecorce cérébrale, de la partie postéro supérieure des hémisph. 0,1 mg.	21/VIII	4	21.2420 24.1950 22.2310 25.1875 23.2140	nuit du 25/26	8½	
2	20/VIII	Exp. 2440	Substance grise du lobe frontal 0,1 mg. de subst.	25/VIII	5	24.2435 27.2210 25.2340 28.2100 26.2265 29.1850	29/VIII	9	Infection intra cérébrale
3	"	Exp. 2050	"	25/VIII	5	24.1900 26.1650 25.1830	26/VIII	6	"
2a	"	Contr. 2320	Partie postéro-supér. des hémisphères: écorce cérébrale 0,1 mg. de subst.	26/VIII	6	24.2350 27.1980 25.2140 28.1880 26.2115 29.1830	29/VIII	9	
4	30/IX	Exp. 3250	Subst: grise du lobe frontal 0,05 mg. de subst.	5/X	5	4.3160 6.2800 5.2925	nuit du 6/7	6½	
5	"	Exp. 3000	"	"	5	4.2900 7.2410 5.2685 8.2330 6.2640	9/X	9	
4a	"	Contr. 3160	Partie post.-supér. des hémisphèr. écorce cérébrale 0,05 mg. de subst.	"	5	4.2980 7.2510 5.2860 8.2430 6.2750	nuit du 8/9	8½	

Digitized by Google

Table XVI.

Expériences sur le lobe temporal (lobus temporalis). (Seulement sur la subst. grise de la partie inférieure du lobe).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	24/VIII	Exp. 2390	Lobe temporal 0,1 mg. de substance	28/VIII	4	28.2360 31.2020 29.2220 1.1930 30.2120 2.1830	2/IX	9	
2	"	Exp. 2170	"	29/VIII	5	28.2210 31.1950 29.2100 1.1900 30.2080 2.1850	2/IX	9	
1a	"	Contr. 2320	Partie postéro-supér. des hémisph. écorce cérébr. 0,1 mg. de subst.	28/VIII	4	28.2360 31.2190 29 2230 1.2050 30.2230 2 2000	nuit du 2/3	9½	
3	27/VIII	Exp. 2150	Lobe temporal 0,1 mg. de substance	1/IX	5	31.2050 2.1790 1.1990 3.1650	nuit du 3/4	7½	
4	"	Exp. 2100	"	"	5	31.2040 2.1870 1.1890 3.1640	"	7½	
3a	"	Contr. 2140	3a = 1a	2/IX	6	31.2180 3.1830 1.2030 2.2000	5/IX	9	
5	27/IX	Exp. 3000	Lobe temporal 0.05 mg. de substance (2000 fois dilnée)	2/X	5	2.2860 5.2195 (!) 3.2790 6.2160 4.2620	6/X	9	Les exp. 5, 6, 5a ont été faites avec le cerveau d'un lapin qui, très probablement, serait mort par suite de l'infection, quelques heures après l'instant où on l'a tué. 5a périt un peu plus tôt que 5.
6	"	Exp. 2900	"	"	5	1.2900 4.2500 2.2830 5.2340 3.2570 6.2350	nuit du 6/7	9½	
5a	"	Contr. 2950	5a = 1a	"	"	1.3030 4.2500 2.3020 5.2605 (!) 3.2850 6 2480	6/X	9	

Digitized by Google

Table XVII.

Expériences sur le lobe pariétal (lobus parietalis). (Seulement sur la subst. grise de la partie supéro-antérieure du lobe).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée.	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	4/X	Exp. 2560	Lobe pariétal 0,05 mg. de substance (2000 fois diluée)			8.2730 13.2170 12.2220	nuit du 13/14	9½	Les matériaux pour les exp. 1. 2. 1. a sont pris d'un lapin mort quelques heures auparavant. Je n'ai pu observer le début de la maladie ayant du m'absenter à cette époque
2	"	Exp. 2450	"			8 2375	11/X	7	
1a	"	Contr. 2550	l'artie postéro-supér. des hémisphères: écorce cérébr. 0,05 mg. de subst.			8.2630 12.2280 13.2170	14/X	10	

Digitized by Google

Table XVIII.

Expériences sur la protubérance (pons Varoli). Seulement sur la substance blanche de la protubérance).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)		Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	22/VIII	Exp. 2700	La protubérance 0,1 mg. de subst.	29/VIII	7	26.2520 27.2780 (!) 28.2540 29.2320	30.2180 31.2030 1.2025 2.1920	2/IX	11	
1a	"	Contr. 2750	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst.	27/VIII	5	26.2550 27.2520 28.2450	29.2110 30 2040	nuit du 30/31	8½	
2	23/VIII	Exp. 2350	La protubérance 0,1 mg. de subst.			27.2380 28 2330 29.2210 30.2300 2/IX.2280	25.2285 6/X 2250 16.2360 1/XI.2490 24.2410			Le 1/XII après 100 jours employé à d'autres expériences
3	"	Exp. 2220	"	29/VIII	6	27.2350 28.2220 29.2050	30.2000 1.1800 2.1800	nuit du 2/3	10½	
2a	"	Contr. 2320	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst.	28/VIII	5	27.2500 28.2360 29.2200	30.2110 1.2040 2.2030	2/IX	10	
4	13/IX	Exp. 2250	La protubérance 0,05 mg. de subst.			17.2200 18.2220 19.2120 20.2100	30.2100 25/X 2080 22/XI.2170 2/XII 2190			Le 4/XII c. à. d. après 82 jours tous les deux furent employés à d'autres expériences
5	"	Exp. 2140	"			17.2090 18.2150 19.2080 20.2090	30.2200 25/X.2130 22/XI.2160 2/XII.2200			
4a	"	Contr. 2150	Écorce cérébrale 0,05 mg. de subst.	18/IX	5	17.2130 18.2150 19.2110	20.1930 21.1830	21/IX	8	

Digitized by Google

Table XIX.

Expériences sur le nerf moteur oculaire commun (nervus oculomotorius). (Seulement pris au dedans de la boîte cranienne).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	2/IX	Exp 2120	Nerf mot. oculaire com. 2.5 mg. de subst. 200 fois diluée *non* filtrée			7.1920 25 2000 8.1860 2/X.2190 9 1800 28/XI.2220 10.1770			Le 1/XII c. à d. après 91 jours employé à d'autres expériences
2	"	Exp. 2820	Dtto 1,5 mg. de subst. 200 fois diluée *non* filtrée	8/IX	6	7.2690 9.2600 8.2680 10.2460	nuit du 11/12	9½	Autopsie du lapin 2. avec résultat négatif. Sa mort est donc inexplicable.
1a	"	Contr. 2550	Écorce cérébrale 0,1 mg. de sub. filtrée	7/IX	5	7.2370 9.2080 8.2200 10 2040	11/IX	9	
3	10/IX	Exp. 2710	Nerf mot. oculaire com. 4 mg. de subst. *non* filtrée	16/IX	6	14.2550 18.2150 16.2460 19.1990 17.2300	19/IX	9	La substance injectée dans les exper 3 et 3a provenait probablement d'un lapin mort depuis longtemps
3a	"	Contr. 2780	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst. filtrée	17/IX	7	14.3010 18.2520 15.2990 19.2350 16.2880 20 2220 17.2790	20/IX	10	
4	14/X	Exp. 2200	Nerf mot. oculaire com. 1 mg. de subst. 100 fois diluée *non* filtrée			18.2200 27.2250 19.2230 9/XII.2210 21 2260 23.2185			Le 15/XII employé à d'autres expériences
4a	"	Contr. 2450	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst. filtrée	19/X	5	18 2625 20.2550 19 2620 21.2220	nuit du 21 22	7½	

Digitized by Google

Table XX.

Expériences sur le nerf optique (nervus opticus). (Pris au dedans de la boîte cranienne).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	31/VIII	Exp. 2500	Nerf optique 0,5 mg. de subst. 1000 fois diluée			9.2500 1/XI.2300 25.2250 25/X.2200			Le 5/XI c. à d. après 66 jours employé à d'autres expériences.
1a	"	Contr. 2550	Écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	4/IX	4		nuit du 7/8	7½	
2	9/IX	Exp. 2580	Nerf optique 2 mg. de subst. *non* filtrée	17/IX	8	13.2450 18.1850 15 2400 17.2170	19/IX	10	Autopsie avec résultat negatif. Sa mort reste donc inexplicable.
3	"	Exp. 2630	Nerf optique 5 mg. de subst. non filtrée			13.2550 25.2400 15.2500 30.2310 17.2380 25/X.2295 20 2310 28/XI.2240			Le 1/XII (après 84 jours) employé à d'autres expériences
2a	"	Contr. 2610	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst. filtrée	14/IX	5	13.2900 15 2785 14 2950 16.2750	16/IX	7	
4	14/X	Exp. 2450	Nerf optique 5 mg. de subst. non filtrée 100 fois diluée = 0,5 cm³	20/X	6	18 2120 21.2130 19.2350 23.1995 20.2170	nuit du 23/24	9½	La substance injectée dans les exp. 4, 5 4a provenait peut-être d'un lapin mort depuis longtemps
5	"	Exp. 2350	Dtto 3 mg. (= 0,3 cm³)	"	6	18 2420 20.2050 19.2150 21.1860	nuit du 22/23	8½	
4a	"	Contr. 2450	Écorce cérébrale 0.1 mg. de subst. filtrée	19/X	5	18.2625	nuit du 21/22	7½	

Digitized by Google

Table XXI.

Expériences sur le nerf grand sciatique (nervus ischiadicus). (Au dessus de la naissance du nerv. cutaneus femor. poster.).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	18/X	Exp. 2550	Nerv. ischiad: 1 mg. de subst. filtrée			23.2500 1/XI.2395 25.2620 9/XII.2400 28 2555 30.2350			Le 15/XII employé à d'autrés expériences
2	"	Exp. 2270	Dtto 2 mg. de subst. non filtrée	25/X	7	23.2400 26.2060 24.2255 27.1950 25.2100 28.1935	nuit du 28/29	10½	
1a	"	Contr. 2550	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst.filtrée	23/X	5	23.2290 25.1830 24.2030	nuit du 24/25	6½	

Digitized by Google

Table XXII.

Expériences sur le nerf médian (nervus medianus). Dans la partie supérieure du bras (brachium).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	21/X	Exp. 2850	Nerf médian 2 mg. de subst. non filtrée 100 fois diluée			25.2820 1/XI 2735 27.2770 9/XII.2470 30.2720			Le 15/XII tous les deux employés à d'autres expériences
2	"	Exp. 2750	Dtto 1 mg. de subst.			25.2770 1/XI.2670 27.2670 9/XII 2590 30.2720			
1a	"	Contr. 2850	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst. filtrée	27/X	6	25.2995 28 2530 26 2910 29.2475 27.2650	30/X	9	

Digitized by Google

Table XXIII.

Expériences sur le pneumo-gastrique (nervus vagus) (dans la région du cou).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	24/X	Exp. 3300	Pneumo-gastrique 2 mg. de subst. *non* filtrée 100 fois diluée			28.3120 1/XI.3100 29.3195 15.2710 30.3060 9/XII.2360 31.3220			Le 9/XI elle a mis bas quelques petits
2	"	Exp. 3000	Dtto 1 mg. de subst. *non* filtrée	7/XI	14	28.3085 2/XI.2840 29.3050 8.2680 30.2860 31.3000	8/XI	15	Autopsie a démontré des lésions très avancées des poumons, des plèvres et du péricarde
1a	"	Contr. 3400	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst. filtrée	29/X	5	28.3350 31.3020 29.3300 1/XI.2870 30.3095	1/XI	8	

Digitized by Google

supérieures des hémisphères est légèrement plus virulente que celle des parties postérieures. Les résultats de l'expérience 5 contredisent seuls cette affirmation. Mais en tout cas les différences ne sont pas considérables.

Quant à la partie temporale des hémisphères (table XVI), il est difficile, en s'appuyant sur les expériences exécutées, d'être très affirmatif. Les expériences 1, 2, 3, 4 d'où ressort la virulence plus grande du lobe temporal sont en opposition avec les résultats des expériences 5 et 6. J'aurai encore l'occasion de parler plus tard de ces parties des hémisphères.

Les deux expériences de la table XVII ne permettent pas d'apprécier exactement la virulence de la substance grise des parties moyennes et supérieures des hémisphères. On ne saurait en tout cas y constater de grandes différences.

Les cinq expériences de la table XVIII prouvent que la protubérance est beaucoup moins virulente que l'écorce cérébrale. Toutes les expériences ont eu des résultats concordants. Cependant en tenant compte des expériences des tables XXIV, 6, 12 et XXX, 5, 6, 7, 8, où 0.01 mg. de substance grise des hémisphères constitue déjà une dose mortelle pour les lapins, on peut conclure que la substance blanche de la protubérance est au bas mot 10 fois moins virulente que la substance grise des hémisphères.

La substance du nerf moteur oculaire commun (nervus oculomotorius) dans l'intérieur de la cavité crânienne (table XIX) se montre d'une virulence au moins 250 fois inférieure à celle de l'écorce cérébrale (expér. 1). Le résultat de l'expérience 3 est en somme douteux, car on y a fait usage d'un cerveau commençant probablement à se décomposer.

Les cinq expériences faites avec le nerf optique (nervus opticus) dans l'intérieur de la cavité crânienne (table XX) démontrent que ce nerf est bien moins virulent que l'écorce cérébrale. Dans l'expérience 4, le lapin injecté d'une dose 50 fois plus grande et non filtrée (par conséquent beaucoup plus grande encore), succomba deux jours plus tard que le lapin de contrôle; de plus, dans l'expérience 3 le lapin inoculé à la même dose ne succomba pas du tout. Si nous tenons compte (ainsi que nous l'avons fait ci-dessus) des résultats des expériences des tables XXIV, 6, 12 et XXX, 5, 6, 7, 8, il ressortira que la substance du nerf optique dans l'intérieur de la cavité crânienne est au bas mot 500 fois moins viru-

Digitized by Google

lente que l'écorce cérébrale. Toutefois, si l'on considère les expériences 2 et 5, il ne sera pas permis d'affirmer que c'est là une qualité constante du nerf optique.

La substance du nerf grand sciatique (table XXI) est pour le moins 200 fois moins virulente que la substance de l'écorce cérébrale.

La substance du nerf médian, dans la partie supérieure du bras (table XXII) est tout au moins 200 fois moins virulente que l'écorce cérébrale.

Enfin la substance du nerf pneumo-gastrique (nervus vagus) dans la région du cou, ainsi que le montre la table XXIII. est aussi 200 fois moins virulente que la substance de l'écorce cérébrale.

Il faut toutefois remarquer, en ce qui concerne toutes les expériences avec les nerfs (tables XIX--XXIII) que le tissu nerveux a toujours été pesé avec le tissu conjonctif qu'on n'avait pu en séparer. Les doses ont donc été toujours moindres qu'il n'est indiqué dans les tables. Afin de compenser, ne fut-ce qu'en partie, ces différences on a fait usage d'ordinaire de matériaux non filtrés.

X.

Comparaison de la virulence des diverses parties des hémisphères cérébraux de lapins morts de la rage de laboratoire.

La comparaison de la virulence des différentes parties de la substance grise du cerveau n'a pas fourni de résultats certains, ainsi que le démontrent les tables V, VI de la section II et les tables X, XII, XIII. XV, XVI, XVII de la section IX. Il est fort possible que cela ait eu pour motif l'emploi dans les comparaisons de doses trop considérables, dépassant de beaucoup la dose mortelle. J'ai donc résolu de comparer encore une fois la virulence de certaines parties de la substance grise du cerveau, en faisant usage de doses plus petites.

La table XXIV montre les résultats de ces recherches. Cette table est dressée d'aprés les principes observés dans les précédentes. Les injections ont toujours été sous dure-mériennes. L'émulsion à injecter a toujours été préalablement filtrée.

Voir Table XXIV, page 688—689.

Digitized by Google

Il résulte du précédent tableau que $^1/_{100}$ de mg. de substance grise des lobes frontaux et temporaux est une dose mortelle pour des lapins de 2--3 kg., quoique diluée au 10000-ème. Il résulte également de ces expériences que la virulence de la substance grise des lobes frontaux et temporaux est plus grande que celle des parties postéro-supérieures des hémisphères et de la corne d'Ammon. Néanmoins il faut considérer comme douteuses les expériences 7, 8. 9, faites avec la corne d'Ammon. Il est possible que le lapin soumis à ces expériences fût mort depuis trop longtemps lorsqu'il a été examiné.

Afin de confirmer les résultats des expériences enregistrées dans la table XXIV, quelques inoculations ont été encore pratiquées pour voir si ces résultats ne se modifiaient pas avec une expérience autrement conduite.

La table XXV, établie d'après les conventions précédemment adoptées présente ces résultats. On a toujours injecté sous la dure-mère une emulsion préalablement filtrée.

Voir Table XXV, page 690.

De ces expériences, il ressort que la virulence la plus considérable est celle du lobe frontal, que celle du lobe temporal est un peu moindre. En outre la virulence la plus faible est celle des parties postéro-supérieures des hémisphères. Quant à la virulence de la corne d'Ammon, on n'a pas obtenu résultats positifs dans cette table.

En comparant les expériences relevées dans les tables XXIV et XXV, nous voyons l'identité presque complète des résultats. Les parties postéro-supérieures des hémisphères se montrent constamment les moins virulentes. $^2/_{100}$ de mg. de la substance de cette partie des hémisphères est une dose qui n'est déjà plus mortelle pour des lapins. (Comparez toutefois les résultats notés dans la table XXX, 7, 8 de la section XIII). Par contre les parties antéro-supérieures et postéro-inférieures des hémisphères sont les plus virulentes. $^1/_{100}$ de mg. de la substance de ces régions du cerveau est une dose déjà mortelle.

La corne d'Ammon (substance grise) possède, semble-t-il, une virulence en tout cas moins prononcée que la substance grise des lobes frontaux et temporaux. En effet, le lapin 2 de la table XXV, est le seul qui ait succombé à la rage après avoir été soumis à une injection de 0.02 mg. de corne d'Ammon. Il faut remarquer que ce lapin était une femelle pleine qui mit bas 5 jours après l'inocula-

Digitized by Google

Table XXIV.

Comparaison de l'infectiosité de la substance grise des diverses parties des hémisphères.

Nbre courant	Date de l'inoculatiou 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	15/X	Exp. 3100	Parties postéro-supérieures des hémisphères 0.04 mg. de subst. 2500 fois diluée	21/X	6	19.2995 21.2800 20.2830 23.2350	23/X	8	
2	"	Exp. 2960	Dtto 0,02 mg. de subst. 5000 fois diluée			19.2750 30.2630 20.2910 1/XI.2740 21.2810 9/XII.2230 24.2700			
3	"	Exp. 2900	Dtto 0,01 mg. de subst. 10000 fois diluée			19.2750 31.2720 20.2790 9/XII.2770 21.2600 24.2520			
4	17/X	Exp. 2800	Parties antéro-supérieures des hémisphères 0,04 mg. de subst. 2500 fois diluée	22/X	5	21.2840 25.2280 23.2660 26 2130 24.2520	nuit du 26/27	9½	
5	"	Exp. 2700	Dtto 0.02 mg. de subst. 5000 fois diluée	23/X	6	21.2700 25.2200 23.2570 26.2140 24.2100 27.2100	nuit du 27/28	10½	

Digitized by Google

6	"	Exp. 2600	Dtto 0,01 mg. de subst. 10000 fois diluée	23/X	6	21.2550 25.2220 23.2480 26.2110 24.2310 27.2030	"	10½	
7	19/X	Exp. 2770	Corne d'Ammon (parties supérieures) 0,04 mg. de substan. 2500 fois diluée			23.2890 31.2720 24.2870 1/XI.2745 26.2850 9/XII.2870 28.2870			Peut-être, que les matériaux employés aux expériences 7. 8. 9 n'étaient pas frais
8	"	Exp. 2320	Dtto 0,02 mg. de subst. 5000 fois diluée			23.2380 29.2280 25.2210 1/XI.2195 27.2235 9/XII.1970			
9	"	Exp. 2010	Dtto 0,01 mg. de subst. 10000 fois diluée	23/X	4	23.1830 chancelant 24.1720 le matin paralysé, le soir mort. Ce lapin avait été immunisé six mois auparavant contre les bactéries du groupe typhique	24/X	5	Autopsie a démontré des lés. tuberculeuses bien avancées des poumons et de la rate. Le caractère spécifique de ces lésions a été confirmé par l'inoculation d'un cobaye
10	23/X	Exp. 2340	Parties inférieures du lobe temporal 0,04 mg. de subst 2500 fois diluée	28/X	5	27.2380 30.2035 28.2300 31.1900	31/X	8	
11	"	Exp. 2340	Dtto 0,02 mg. de subst. 5000 fois diluée	29/X	6	27.2270 30.1900 28.2190 31.1680 29.2110	nuit du 31/1	8½	
12	"	Exp. 2300	Dtto 0,01 mg. de subst. 10000 fois diluée	30/X	7	27.2435 30.2245 28.2405 31.2140 29.2400 1.2000	3/XI	11	

Digitized by Google

Table XXV.

Comparaison de l'infectiosité de la substance grise des diverses parties des hémisphères — b).

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée toujours 0,02 mg. de subst. 5000 fois diluée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	27/X	Exp. 2900	Parties inférieures du lobe temporal (gyrus hyppocampi)	2/XI	6	31.2910 3.2540 1.2940 4 2410 2 2655 5 2325	nuit du 6/7	10½	
2	"	Exp. 2850	Parties supérieures de la corne d'Ammon	2/XI	6	31.2930 3 2260 1.2450 4.2200 2 2350 5.2015	nuit du 5/6	9½	Pendant la nuit du 31/1 elle a mis bas quelques petits.
3	"	Exp. 2700	Parties postéro-supérieures des hémisphères			31.2740 15.2680 1.2680 9/XII.2720 3.2645 5.2600			
4	"	Exp. 2700	Parties antéro-supérieures des hémisphères	1/XI	5	31.2320 3.1960 1.2160 4 1890 2.2040	nuit du 4/5	8½	
5	28/X	Exp. 2500	Parties inférieures du lobe temporal (gyrus hyppocampi)	7/XI	10	1.2580 5.2480 2.2520 6.2290 3.2590 9 2220 4.2640	10/XI	13	Autopsie avec résultat négatif
6	"	Exp. 2640	Parties supérieures de la corne d'Ammon			1.2610 5.2525 2.2580 9/XII.2790 3.2640			
7	"	Exp. 2630	Parties postéro-supérieures des hémisphères			1.2640 5.2400 2.2520 9/XII.2120 3.2550			
8	"	Exp. 2570	Parties antéro-supérieures des hémisphères	2/XI	5	1.2445 4.2100 2 2310 5 2080 3.2170	nuit du 5/6	8½	Autopsie avec résultat négatif

Digitized by Google

tion, tandis que les lapins qui reçurent $^2/_{100}$ de cette substance dans les tables XXIV, 8 et XXV, 6, ne périrent point; bien plus le lapin qui reçut 0.04 de corne d'Ammon (table XXIV, 7) résista également.

Les expériences de la table XXIV, 6 et 12 — ainsi que d'autres dont il sera question plus tard — démontrent avec évidence que la dilution à $^1/_{10000}$ sans nocuité d'après Högyes, peut être cependant une dose à coup sûr mortelle, même employée à la quantité de 0.1—0.2 cm³, même filtrée. Il y a quelques mois, je croyais encore sur la foi de Högyes que 0.1—0.2 cm³ d'émulsion cérébrale diluée 10000 fois ne pouvait jamais tuer un lapin et qu'il fallait une dose 10—20 fois plus considérable, c'est-à-dire 1—2 cm³. C'est pourquoi j'ai présenté cette question sous cette lumière dans mon précédent travail [1]). Je me vois aujourd'hui forcé de rétracter mes assertions d'alors. Par là aussi acquiert dix fois plus de poids la preuve que j'ai fournie dans le travail précité, d'après les inoculations d'Högyes, de l'inocuité pour l'homme du virus fixe.

XI.

Comparaison de la virulence de la substance grise et de la substance blanche du système nerveux central de lapins morts de la rage de laboratoire.

En étudiant les résultats des expériences décrites, et surtout ceux qui sont notés dans les tableaux XI et XVIII à XXIII, nous constatons constamment le caractère commun suivant: partout où la substance blanche du système nerveux a été employée dans les expériences, sa virulence a été trouvée moindre que celle de la substance grise. Cette hypothèse s'imposait à mon esprit d'une manière de plus en plus impérieuse à mesure que je poursuivais mes expériences, de telle sorte que je me décidai enfin à un examen systématique de la question.

J'ai consigné les résultats de ces recherches dans la table XXVI, établie d'après mon ancienne méthode. On a toujours injecté sous la dure-mère une émulsion préalablement filtrée. Les matériaux ont été empruntés à des lapins morts, dans un délai plus ou moins long après leur mort.

Voir Table XXVI, page 692—693.

[1]) Nitsch. Remarques sur la méthode Pasteurienne de prévention de la rage. Medycyna 1904, page 641 et suiv. Wiener klin. Wochenschr. 1904.

Digitized by Google

Table XXVI.

Comparaison de l'infectiosité de la substance blanche et de la substance grise du cerveau.

Nbre courant	Date de l'inoculation 19 4	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	16/IX	Exp. 2700	La substance blanche des environs de la corne d'Ammon 0,1 mg. 100 fois diluée	22/IX	6	20.2610 24.2380 21.2530 25.2230 22.2570 26.2170 23.2530 27.2090	28/IX	12	Son cerveau e été employé aux expér. de la table XIV 3. 4. 3a
2	"	Exp. 2850	Dtto 0,02 mg.			20.2770 26.2820 22.2730 25/X.2300 23.2780 13/XI.2330 24.2660 2/XII.2350			Le 4/XII employé à d'autres expér.
1a	"	Contr. 2800	Écorce cérébrale 0,1 mg. de substance	22/IX	6	20.2770 23.2430 21.2670 24.2210 22.2560	nuit du 24/25	8½	

Digitized by Google

3	28/IX	Exp. 3010	Substance blanche des parties postérieures des hémisphères 0,1 mg.			2.3000 4.2900 6.3010 7.3000		16/X	18	Périt sans symptômes de la rage. Autopsie et examen bactériol. du sang donnèrent un résultat négatif. Cependant il était logé dans une cage avec la lap. 4
4	"	Exp. 2850	"	14/X	16	1.2750 3.2810 5.2730 7.2750	14.2200 15.2140	15/X	17	Autopsie a démontré des lésions très avancées des poumons. Examen bactériologique du sang prouva une septic.
3a	"	Contr. 2890	Écorce cérébrale 0,1 mg. de subst.	4/X	6	1.2960 2.3070 3.2890	4.2700 5.2670 6.2530 7.2400	7/X	9	
5	16/X	Exp. 2490	Substance blanche de la partie moyenne des hémisphères prise tout près de la grise (dans l'exp. 5a) 0,2 mg. 1000 fois diluée			20.2550 21.2400 24.2[illegible]80 31.2500	10/XI.2480			Le 20/XI après 35 jours employé à d'autres expériences
6	"	Exp. 2600				20.2350 21.2280 25.2360 31.2200	7/XI.2020 malade	8/XI	23	Mort sans symptômes de la rage. Autopsie démontra des lésions énormes des poumons
5a	"	Contr. 2520	Écorce cérébr. des parties supéro-moyennes des hémisph. 0,01 mg.	21/X	5	20.2290 21.2300 23.2065	24 1985	24/X	8	

Digitized by Google

Ces expériences ont donné un résultat absolument concordant. La substance blanche du voisinage de la corne d'Ammon. du centre ou de la partie postérieure des hémisphères cérébraux s'est montrée partout beaucoup moins virulente que la substance grise de l'écorce cérébrale. En considérant les résultats consignés dans les tableaux XXIV, 6 et 12, et XXX, 5, 6, 7, 8, nous pouvons affirmer que la substance blanche des hémisphères cérébraux est d'une virulence au moins 50 fois plus moindre que celle de la substance grise du cerveau.

Le résultat satisfaisant des expériences rapportées dans le précédent tableau m'engagea à étudier la moelle épinière dans le même but.

La table XXVII résume ces dernières recherches J'ai toujours pris mes matériaux au milieu de la longueur de la moelle épinière de lapins tués au moment où probablement il ne leur restait plus que quelques heures à vivre. L'émulsion injectée sous la dure-mère avait toujours été préalablement filtrée.

Voir Table XXVII, page 695.

Nous voyons donc que la substance grise et la substance blanche se comportent d'une manière analogue dans le cerveau et dans la moelle épinière. A remarquer tout spécialement l'expérience 3*a* où le lapin de contrôle de 300 gr. plus lourd que celui de l'expérience. périt avec tous les symptômes de la rage, après avoir reçu seulement 0.1 mg. de substance grise. tandis que le lapin injecté d'une dose dix fois plus considérable de substance blanche resta bien portant. Bien plus encore: le lapin 1 reçut 1 mg. de substance blanche non filtrée et n'éprouva non plus aucun mal. De là résulte que la substance grise dans le milieu de la longueur de la moelle est pour le moins 10 fois plus virulente que la substance blanche, tandis que la substance blanche de la moelle est tout au moins cent fois moins virulente que l'écorce cérébrale.

Je me permettrai de rappeler ici les résultats obtenus dans la première partie de mon travail (tableaux I, II et III). On avait alors opéré avec de la moelle en totalité, car on ne supposait pas encore qu'il pût y avoir une différence si prononcée entre la virulence de la substance grise et celle de la substance blanche. Il fut alors démontré que 0.1 mg. de substance du bulbe rachidien, une fois amena la mort. et. une autre fois ne l'amena pas, tandis que

Digitized by Google

Table XXVII.

Comparaison de l'infectiosité de la substance grise et de la substance blanche de la moelle.

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids et désignation des lapins	Espèce et quantité de matière injectée	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	12 XI	Exp. 2620	Substance blanche 1,0 mg. 100 fois diluée *non* filtrée			16.2820 17.2720 19.2810 23.2790 29 2570 Ce lapin périt sans aucun symptôme de la rage. Autopsie démontra des lésions énorm. des poum. et du péric.	29/XI	17	La substance prise pour les exp. 1 et 1a resta après avoir été pesée, pendant quelques heures à l'air, avant d'être diluée. Elle se dessécha donc complètement. C'est ce qui explique l'éclosion tardive de la maladie chez le lap. 1a.
1a	"	Contr. 2600	0.3 mg. de la substance grise (500 fois diluée et filtrée)	20/XI	8	16.2500 18.2560 20.2480 21.2360 23.2060	nuit du 23/24	12½	
2	14 XI	Exp. 2700	0,6 mg. de la substance blanche 200 fois diluée			18.2590 9/XII.2600 19.2680 20.2540 21.2750 22.2670			
2a	"	Contr. 2600	0,2 mg. de la substance grise 1000 fois diluée	20/XI	6	18.2600 19.2420 20.2280 21.2150	nuit du 22/23	8½	
3	"	Exp. 2650	1 mg. de la substance blanche 200 fois diluée			18.2600 9 XII 2600 19.2530 20.2520 21.2650 25.2510			
3a	"	Contr. 2950	0.1 mg. de la substance grise 1000 fois diluée	20/XI	6	18 2800 23.2240 19 2920 20.2810 21.2550	23/XI	9	

Digitized by Google

l'injection de 0.5 mg. de substance du milieu de la longueur de la moelle ne fut jamais suivie de mort (2 expériences). L'intensité de la virulence du bulbe rachidien s'explique par ce fait qu'il contient de la substance grise en plus grande proportion que la moelle.

Je dois encore noter ici qu'il est fort difficile de séparer exactement la substance grise de la substance blanche dans une moelle fraîche. J'ai fait cette opération, m'y étant préalablement exercé, sans l'aide de la loupe. Je pense pourtant que, même en opérant avec encore plus de soin, il serait malaisé d'obtenir la substance grise sans aucun mélange de substance blanche. Celle-ci s'obtiendrait plus facilement pure de substance grise. Si l'on tient compte de ces causes d'erreurs, il est permis de supposer que la différence de virulence de ces deux substances est encore bien plus grande que celle que je suis parvenu à signaler.

Tous les résultats des expériences citées mis en regard nous autorisent à admettre le principe suivant: le vrai siège de la virulence de la rage est la substance grise du cerveau et de la moelle. La substance blanche est sans comparaison moins riche en virus rabique. Il est évident que dans la substance grise, le virus de la rage est localisé dans les cellules nerveuses. Les fibres nerveuses contiennent relativement une très petite quantité de virus, même dans le voisinage immédiat des cellules nerveuses: les cellules nerveuses seules sont le siège réel du virus rabique.

Ce fait jusqu'ici n'était pas connu. En parcourant les ouvrages que j'ai pu avoir à ma disposition je n'ai jamais rencontré que la vague assertion suivante: le virus de la rage est contenu dans le système nerveux. Parfois même des auteurs affirment expressément que ce virus est en égale proportion dans la substance grise et dans la substance blanche. Je prends la liberté de citer ici les opinions émises par quelques auteurs dans le cours de ces trois dernières années. Je rapporterai seulement des passages de traités importants sur la rage en général, d'ouvrages décrivant le cours entier de cette maladie:

Marie, en 1901, dit[1]: „Le contage existe au même degré dans la substance grise et dans la substance blanche nerveuse".

[1]) Dr. Auguste Marie: La rage, avec une préface de Roux, 1901, p. 64.

Digitized by Google

Casper, en 1902[1]): „Durch die Untersuchungen Pasteurs und seiner Schüler ist erwiesen, dass der Infektionsstoff der Tollwut im reinsten Zustande und in grösster Menge im Centralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) der kranken Tiere enthalten ist, und zwar sowohl in der grauen als in der weissen Substanz...

Das Wutvirus ist weiterhin vorhanden in den peripheren Nerven, wenn auch weniger konzentrirt und nicht so konstant als im Centralnervensystem".

Sime[2]) s'exprime comme suit en 1903: „... in every case without exception,... when death takes place,... the infective material is constantly found, and in the richest abundance in which it exists in the case, in the bulbe or medulla oblongata. The constancy of this phenomenon is unquestionable...".

Enfin Marx, en 1904, dans le chapitre: „Sitz des Wutvirus im Organismus des erkrankten Individuums", de son travail[3]) écrit: „In Bezug auf diese Frage lassen sich die Organe und Sekrete in drei Gruppen zusammenfassen. Die erste umfasst die Organe und Sekrete, die sich stets als virulent erweisen, welche also entweder Sitz des Wutvirus und Ort der Vermehrung desselben sind, oder mit denen das Wutvirus den erkrankten Organismus verlässt. Hierher gehört das Centralnervensystem und zwar sowohl das Gehirn wie das Rückenmark, die Speicheldrüsen und der Speichel".

C'est ce que Pasteur prétendait déjà vers 1882, lorsqu'il écrivait que le siège de la virulence de la rage est le système central nerveux. „La virulence dans la moelle, soit supérieure, soit moyenne, soit lombaire, même tout près du chevelu, ne le cède en rien à la virulence de la matière du bulbe rachidien ou des parties de l'encéphale"[4]).

La science en était restée à ces conclusions ou du moins ne s'en était éloignée que fort peu. Il a fallu plus de vingt longues années de recherches pour qu'elle fit un pas en avant et assignât

[1]) Casper: „Pathologie der Tollwut", Ergebnisse d. allgem. Pathologie v. Lubarsch und Ostertag, Wiesbaden 1902, p. 670.

[2]) David Sime: „Rabies". Cambridge 1903, pag. 23.

[3]) E. Marx: „Lyssaimmunität" dans le Handbuch der pathog. Mikroorganismen Kolle und Wassermann. Tome III, pag. 1266.

[4]) Communication de Pasteur du 11 décembre 1882. Citée par Marie „La rage", pag. 63.

Digitized by Google

aux cellules nerveuses le siège réel du virus rabique dont les fibres nerveuses sont dépourvues.

En terminant ce chapitre de mon rapport je suis heureux de faire remarquer que mes expériences ne sont nullement en opposition avec la découverte de Negri.

Les corpuscules décrits par ce savant se trouvent constamment sous certaines conditions, dans les cellules nerveuses des différentes parties du cerveau — avant tout dans la corne d'Ammon — du cervelet, de la moelle allongée, dans les cellules nerveuses du ganglion de Gasser et des ganglions intervertébraux, non moins que dans les cellules de la moelle.

Dans les travaux de Negri qui me sont connus [1] [2], il est presque exclusivement parlé des formes endocellulaires „endocelluläre Formen" de ces corpuscules. Aussi Negri s'exprime-t-il à leur sujet d'une manière claire et pleine de confiance. Aussi les dessins qui accompagnent son texte représentent presque exclusivement des corps endocellulairs.

Cependant Negri parle aussi des corpuscules situés en dehors des cellules et dit à leur sujet [3]: „Die Frage nach Gestalt, Eigenschaften und Verteilung der extracellulären Gebilde ist noch immer ein im tiefen Dunkel schwebender Punkt. Es ist einleuchtend wie schwer dieselbe zu beantworten ist — wenigstens mit den bisher im Gebrauch stehenden Untersuchungsmitteln — wenn der Parasit jene verschwindend kleine Dimensionen besitzt, die er — alles berechtigt uns zu dieser Annahme — in den ausserhalb der Nervenzellen sich entwickelnden Stadien haben muss".

Je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur cette question, me réservant de rapporter plus loin quelques expériences qui montrent clairement qu'en certaines circonstances le virus rabique peut abandonner les cellules nerveuses et même la substance grise, pour se répandre dans tout le tissu nerveux du système central.

[1]) „Beitrag zum Studium der Aetiologie der Tollwut". Zeitsch. für Hyg. und Infekt., tome XLIII.

[2]) „Zur Aetiologie der Tollwut". Ibidem tome XLIV.

[3]) A. Negri: „Zur Aetiologie der Tollwut", p. 526.

Digitized by Google

XII

Recherches sur la virulence de la substance nerveuse prise pendant la vie et à différents moments après la mort de lapins ayant succombé à la rage de laboratoire.

Au cours des expériences que je rapporte aujourd'hui, et de celles dont j'ai rendu compte au mois de juillet 1904, j'ai fait usage de matériaux provenant de lapins morts de la rage. Presque jamais je n'ai hâté cette mort. En outre je n'ai jamais pris en considération le temps écoulé après leur mort. Parfois j'ai emprunté des matériaux à des lapins morts depuis 24 heures et même depuis plus longtemps. Aussi plus d'une fois surtout en été, l'animal commençait-il à se décomposer.

Insensiblement cependant s'éveilla en moi le soupçon qu'il n'était peut-être pas indifférent de prendre les matériaux d'expérience à telle ou telle période après la mort du lapin. Ce soupçon ne fit que grandir, si bien que je me décidai à faire la lumière sur ce point.

Avant de signaler les résultats obtenus, je vais rappeler les expériences qui surtout me portèrent à penser qu'il était nécessaire de faire usage pour les recherches de matériaux frais.

Le 11/IX j'injectai sous la dure-mère à un lapin 0.1 mg. de substance grise de l'écorce cérébrale. Ce lapin ne périt pas. Ce fut l'unique fois, pendant tout le cours de mes expériences, où 0.1 mg. de substance grise du cerveau n'amena pas la mort. Huit ou neuf jours après l'inoculation, le lapin étant sain et sauf, je tâchai de m'expliquer ce phénomène. Il me vint alors l'idée que le cerveau dont j'avais fait usage n'était peut-être pas frais. (Je me souvenais fort bien qu'à ce moment-là j'avais travaillé avec des matériaux d'une fraîcheur très douteuse).

Peu de temps après, le 12/X, alors que j'étais déjà renseigné sur la différence de virulence des substances grise et blanche, je fis à la dose de 0.1 mg. des injections sous dure-mériennes à trois lapins. Deux de ces animaux furent traités à la substance blanche des hémisphères; le troisième, pour le contrôle, à la substance grise. Les trois bêtes périrent de la rage et dans le même délai. Or les matériaux que j'avais employés provenaient d'un lapin mort depuis 36 heures. (Cette expérience figure dans le tableau).

Je me borne à ces deux exemples. Je pourrais cependant en citer plusieurs autres.

Digitized by Google

Je me permettrai seulement de faire remarquer que toutes les fois que dans une expérience bien préparée et rigoureusement conduite, on arrive à un résultat inattendu, il y a lieu de s'en réjouir car, fort probablement on est tombé sur la piste de quelque nouvelle découverte. C'est par cette voie que m'a été révélé le peu de progrès qu'il m'a été permis de faire faire à l'étude de la rage. C'est toujours une expérience manquée qui m'a mis sur la trace d'un fait inconnu. Une fois en route il n'y avait plus qu'à avancer. J'en suis même arrivé à trouver plus de satisfaction à une expérience aboutissant à un résultat inattendu, pourvu toutefois que la préparation et l'exécution de cette expérience soient irréprochables — qu'à sa réussite prévue.

Le tableau XXVIII expose les expériences faites avec des matériaux pris pendant la vie et à des délais plus ou moins éloignés après la mort. Ce tableau est aussi composé d'après l'ancienne méthode. Les matériaux employés furent toujours injectés sous la duremère, après filtration préalable.

Voir Table XXVIII, page 702—703.

Dans l'expérience I, il a été fait usage d'un lapin tué sept jours après l'infection. Il en est ressorti que 1 mg. de substance blanche des hémisphères non filtrée est une dose déjà mortelle.

Pour l'expérience II, j'ai pris mes matériaux d'un lapin tué 8 jours après l'infection. La substance grise de la portion antéro-supérieure des hémisphères à la quantité de 0.02 mg. a produit la mort — et cela d'une manière typique — sept jours après, tandis que 0.30 mg., par conséquent une dose 15 fois plus grande de substance blanche, prise tout à côté de la grise, n'a provoqué aucun accident.

Dans l'expérience III, les matériaux employés n'ont été pris probablement que quelques heures après la mort du lapin. 0.02 mg. de substance grise ont déterminé la rage. (Mais les symptômes et la mort se sont manifestés un jour plus tard que dans l'expérience II). Par contre 0.5 mg. de substance blanche, soit une dose 25 fois plus grande, prise tout à côté de la substance grise n'a produit aucun symptôme.

Pour l'expérience IV, les matériaux employés provenaient d'un lapin mort depuis 24 heures. 0.08 mg. de substance grise de la partie antérieure des hémisphères ont amené la mort, mais après

Digitized by Google

9 jours seulement, tandis que la substance blanche à la dose de 0.2 mg. s'est montrée encore sans nocuité.

Pour l'expérience V les matériaux provenaient d'un lapin mort depuis 30 heures à peu près. 0.1 mg. de substance grise a déterminé la mort, mais seulement huit jours et demi après, et 0.2 mg. de substance blanche, c'est-à-dire une dose seulement double, a également entraîné la mort dans le même délai de 8 jours et demi.

Pour l'expérience VI j'ai emprunté mes matériaux à un lapin mort depuis 36 heures. 0.1 mg. de substance grise du milieu et du sommet des hémisphères (lobus parietalis) n'a produit la mort du lapin que 10 jours après. La substance blanche prise également dans la région centrale des hémisphères, en quantité égale (0.1 mg.) a fait périr le lapin dans le même délai.

Dans l'expérience VII, c'est avec des matériaux prélevés 40 heures après la mort du lapin que j'ai opéré. La substance grise de la partie postéro-supérieure des hémisphères à la quantité de 0.05 mg. a tué l'animal au bout de huit jours. La substance blanche empruntée dans le voisinage immédiat de la substance grise, n'a donné chez un lapin aucun résultat à la dose de 0.2 mg., tandis qu'à une dose réduite de moitié elle a tué un autre lapin en 8 jours et demi.

Dans l'expérience VIII, les matériaux ont été pris 48 heures après la mort du lapin. 0.05 mg. de substance grise de la partie antéro-supérieure des hémisphères ont amené la mort dans 8 jours, et la même quantité (0.05 mg.) de substance blanche des mêmes régions a tué le lapin en 8 jours et demi.

Si nous voulons tirer une conclusion générale des expériences précédentes nous pourrons l'énoncer comme suit: pendant la vie et peu de temps après la mort (peut être 12 heures, parfois même jusqu'à 24) persiste une différence rigoureuse et très marquée entre la virulence de la substance blanche et celle de la substance grise. Le virus ne quitte presque pas la substance grise. Cependant cette délimitation ne tarde pas à s'effacer dans les cadavres. Les différences de virulence s'atténuent toujours de plus en plus, et, à la fin, cette virulence est à peu près égale dans toute l'étendue des hémisphères. (Expér. VIII). Autrement dit: Plus le temps écoulé après la mort est long, plus la virulence de la substance blanche est considérable. Il serait peut-être même permis de tirer encore

Digitized by Google

Table XXVIII.

Virulence de la substance blanche et de la substance grise du cerveau pendant la vie et après la mort.

Nbre courant de l'expérience	Nbre courant du lapin inoculé	Date de l'inoculation 1904	Poids du lapin inoculé grammes	Matière injectée: Espèce et préparation	Matière injectée: quantité en mg	Date des premiers symptômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Matériaux pris	Remarques
I	1	12/XI	2330	Subst. blanche *non* filtrée 100 fois diluée	1.00	18/XI	6	16.2350 18.2060 17.2170 21.1870	nuit du 21/22	9½	d'un lap. tué 7 j. après l'inf.	
II	2	30/X	2350	Subst grise du lobe fron. 5000 fois diluée	0,02	4/XI	5	3.2390 5.2270 4.2300	6/XI	7	d'un lapin tué 8 jours après l'infection	
	3	„	2350	Dtto 2000 fois diluée	0,05	3/XI	4	3.2190 5.2020 4.2200	6/XI	7		
	4	„	2450	Subst. blanche 1000 fois diluée	0.20			3.2350 6.2410 4.2380 11.2400 5.2335 9/XII.2430				
	5	„	2470	Dtto	0,30			3.2580 7.2570 9/XII.2300 4.2480 9.2100 5.2520 11.2300				Lapine 5 a mis bas quelques petits le 8/XI
III	6	7/X	2400	Subst. grise du lobe fron. 5000 fois diluée	0.02	13/XI	6	11.2355 13.2150 15.1760 12.2250 14.1975	15/XI	8	d'un lapin mort dans la nuit du 6/7 c. à. d. probablement quelques heures avant l'expérience	
	7	„	2500	Dtto 2000 fois diluée	0,05	12/XI	5	11.2500 13.2160 12.2320 14.2075	„	8		
	8	„	2450	Subst. blanche 1000 fois diluée	0,30			11.2440 15.2360 12.2390 21.2400 14.2320 9/XII.2560				
	9	„	2500	Dtto	0,50			11.2605 15.2690 12.2535 21.2710 13.2620 9/XII 2730				
IV	10	8/XI	2850	Subst grise du lobe fron. 2000 fois diluée	0,08	14/XI	6	12.2520 14.2400 13.2500 15.2200	17/XI	9	d'un lapin mort 24 heures aupa-	
	11	„	2850	Subst. blanche 1000 fois diluée	0.20			12.2700 15.2660 13.2650 21.2600 14.2620 9/XII.2690				

Digitized by Google

	12	„	2750	„	0,10			12.2720 13.2640 14.2630	15.2600 21.2600 9/XII.2670				ravant	
V	13	3/XI	2520	Subst. grise du lobe front. 1000 fois dil.	0,10	8/XI	5	7.2410 8.2480	9 2330 10.2280		nuit du 11/12	8½	d'un lapin mort 30 heures auparavant	
	14	„	2420	Subst. blanche 1000 fois diluée	0,20	„	5	7.2370 8.2270	9.2010 10.1990		„	8½		
VI	15	12/X	2950	Subst. grise des parties moyennes de l'écorce	0,10	18/X	6	16.2780 17.2720 18.2605	19.2510 20.2460		22/X	10	d'un lapin mort 36 heures auparavant	Autopsie avec résultat négatif
	16	„	2900	Subst. blanche tout près de la grise 1000 fois dil.	0,10	„	6	16.2790 17.2700 18.2705	19.2530 20.2490		„	10		
	17	„	2950	„	0,10	17/X	5	16.2830 17.2700 18 2535	19.2430 20.2260		„	10		
VII	18	9/XI	2750	Subst. grise des part. postérieures de l'écorce 2000 fois dil.	0,05	14/XI	5	13.2750 14.2730 15.2530	16.2400 17.2200		17/XI	8	d'un lapin mort 40 heures auparavant	Le cerveau du lapin 20 a été employé aux expériences de la table XXX. 17. 18 et 3. 4.
	19	„	2900	Dtto 1000 fois dil.	0,10	14/XI	5	13.2830 14.2550 15.2400	16.2300 17.2180		19/XI	10		
	20	„	2800	Subst. blanche 1000 fois dil.	0,10	„	5	13.2820 14.2690	15.2650 16 2500	17 2380	nuit du 17/18	8½		
	21	„	2850	„	0,20			13.2850 15.2950 16.2920	17.2860 18.2830 21 2920	9/XII.2900				
VIII	22	5/XI	1950	Subst. grise du lobe front. 2000 fois dil.	0,05	10/XI	5	9 1980 10.1840	11.1670 12.1485		13/XI	8	d'un lapin mort 48 heures auparavant	
	23	„	2450	Dtto 1000 fois dil.	0,10	„	5	9.2395 10.2380	11.2355 12.2095		nuit du 12/13	7½		
	24	„	1720	Subst. blanche 1000 fois dil.	0,05	11/XI	6	9.1570 11.1530	12.1370		nuit du 13/14	8½		
	25	„	2150	„	0,10	10/XI	5	9 2230 10 2210	11.2130 12.1915		nuit du 12/13	7½		

Digitized by Google

une conclusion de ces expériences, à savoir: plus le temps écoulé après la mort se prolonge, moins la substance grise devient virulente.

Cette dernière assertion n'est pas appuyée, il est vrai, sur des données aussi évidentes que la première, mais elle n'en semble pas moins autorisée par la comparaison des résultats inscrits à la table XXVIII. lapins 2 et 6; 3, 7 et 10; 13, 15 et 19, où, chez des animaux injectés de la même quantité de substance grise, la virulence s'atténue évidemment à mesure qu'augmente le temps écoulé après la mort.

Afin de corroborer encore ce second principe, je citerai d'autres faits et spécialement l'expérience décrite dans l'introduction de ce chapitre où le lapin infecté de 0.1 mg. de substance grise non fraîche ne périt pas, ainsi que l'expérience 7 de la table XXIV, où 0.01 mg. de substance grise de la corne d'Ammon n'entraînèrent point la mort.

Qu'on veuille bien en outre comparer les résultats des expériences 3 et 7 de la table XXV, où 0.02 mg. de substance grise de la partie postéro-supérieure des hémisphères, prise vraisemblablement à des lapins morts, mais néanmoins pas plus de 12 heures aprés la mort, ne causèrent pas grand dommage aux lapins injectés, avec les expériences 7, 8 de la table XXX, où 0.01 mg. de la même substance, prise au même endroit des hémisphères, mais sur un lapin tué 9 jours après l'infection, détermina la mort des deux lapins inoculés.

Je pourrais encore faire valoir bien des preuves à l'appui de ma seconde énonciation.

Pour être absolument exact, je dois néanmoins appeler l'attention sur les expériences 22 et 23 de la table XXVIII, où l'on ne peut constater aucun affaiblissement du virus de la substance grise, lorsque 48 heures se sont déjà écoulées après la mort. Le résultat de cette expérience, non moins que plusieurs autres observations, forcent à envisager la question sous le point de vue suivant: il n'y a ni grande régularité ni stabilité dans les modifications de virulence dans le cerveau après la mort de l'animal. En somme, il en est ainsi que nous l'avons énoncé plus haut: la virulence de la substance blanche augmente très sensiblement et celle de la substance grise diminue, mais en proportion beaucoup moindre. En tout cas ces phénomènes sont irré-

Digitized by Google

guliers, ainsi que le font aussi voir les différences signalées à 20 et 21 de la table XXVIII.

Qu'il y ait ici transmission du contage même de la rage et non pas seulement diffusion de la toxine, ceci est prouvé par les expériences 3, 4, 3 *a* de la table XIV, 3, 4, de la table XXX, où il est montré que l'infection est transmissible par les lapins morts après injection de substance blanche.

Quoi qu'il en soit, la virulence de la substance blanche du cerveau est incontestablement plus énergique après la mort. Je suppose qu'il en est de même pour la moelle. En conséquence, si nous n'admettons pas que cette virulence de la substance blanche lui vient de la substance grise et que, de cette manière la substance grise s'en trouve en quelque mesure dépouillée, nous devrons penser que, après la mort, l'accroissement du virus rabique dans la substance blanche est excessivement rapide. Mais ceci étant en contradiction avec tout ce que nous savons sur la rage, et puisque nous avons des données, incertaines, il est vrai, mais permettant d'admettre que la virulence dans la substance grise décroît simultanément, il ne nous reste plus qu'à supposer qu'après la mort le virus passe en quelque sorte de la substance grise dans la substance blanche.

Le tableau XXIX nous donne un graphique — approximatif évidemment — de ces modifications dans la virulence.

Voir Table XXIX, page 706.

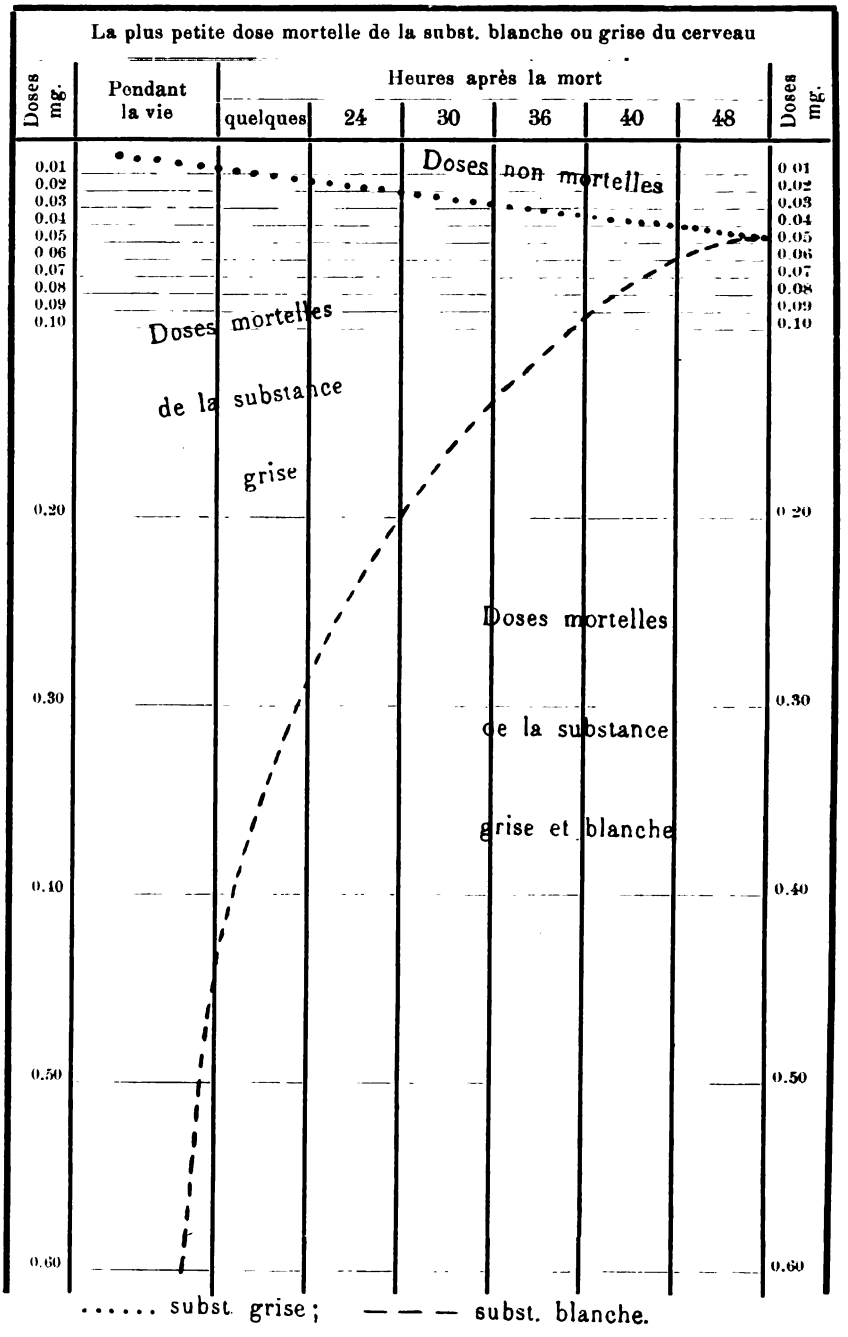
Les questions soulevées dans ce chapitre montrent combien il faut être prudent dans les expériences exécutées avec des matériaux provenant d'animaux morts de la rage, ainsi que dans les conclusions à tirer de ces expériences. Dans la littérature médicale nous trouvons des assertions fort contradictoires au sujet du virus que peuvent contenir les différents tissus et humeurs de l'organisme, tels par exemple que le liquide cérébro-spinal, l'humeur aqueuse de l'oeil, le corps vitré, les glandes salivaires, les muscles, etc. A ma connaissance, hormis le foie et la rate, il n'y a ni organe, ni tissu dans l'organisme, où l'on n'ait signalé le virus de la rage. Dans ces expériences le plus souvent on n'a certainement pas tenu compte du temps écoulé après la mort de l'animal auquel étaient empruntés les matériaux devant servir aux recherches. Il est très vraisemblable que ce passage du virus de la substance grise dans la substance blanche nerveuse, que j'ai observé après la mort, a éga-

Digitized by Google

Table XXIX.

Changements dans la virulence de la substance blanche et de la substance grise du cerveau après la mort de l'animal.

(Le graphique ne donne qu' une idée *approximative* du phénomène).



Digitized by Google

lement lieu des cellules nerveuses aux tissus qui les environnent dans toutes les parties de l'organisme. Par là s'expliquent les résultats contradictoires des diverses expériences, au sujet de la virulence des divers tissus. Je ne citerai à ce sujet qu'un seul exemple emprunté à un des ouvrages les plus récents. Courmont et Nicolas [1]) dans leurs expériences sur l'humeur aqueuse de l'oeil (humor aqueus) ont obtenu les résultats suivants: dans 4 cas l'humeur s'est montrée virulente, dans 3 au contraire, elle était privée de virulence. Ils ne donnent qu'une simple indication au sujet des lapins qui leur ont fourni les matériaux de leurs expériences: ils étaient morts. Le résultat de ces expériences me paraît douteux, en présence de l'affinité étroite ci-dessus établie du virus rabique avec les cellules nerveuses d'un animal vivant.

Il découle de ce qui précède qu'à l'avenir il faut exécuter les expériences sur le virus rabique uniquement avec des matériaux prélevés sur les animaux immédiatément après leur mort.

Il est non moins évident qu'il serait nécessaire d'étudier encore une fois dans ces conditions tous les tissus de l'organisme, pour avoir une conception exacte de la localisation du virus dans le corps animal.

C'est encore un motif puissant pour hâter l'autopsie des défunts, aussitôt après leur décès, si l'on veut se rendre un compte exact d'une foule de détails morpho-pathologiques.

Les indications fournies par Negri sur les corpuscules extérieurs des cellules peuvent-elles s'expliquer par l'emploi de matériaux recueillis longtemps après la mort de l'animal? Il me serait difficile de l'affirmer. Mais il est certain que la possibilité de l'existence du virus rabique en dehors des cellules dans l'organisme vivant est fort admissible et permet même de s'expliquer l'expansion du virus dans le système nerveux et le passage de ce virus d'une cellule à l'autre.

[1]) Courmont et Nicolas. Etudes sur la virulence de l'humeur aqueuse des lapins morts de la rage. Journal de phys. et de pathol. générale 1904, p. 69.

Digitized by Google

XIII.

Recherches sur le degré de virulence de certaines parties du système nerveux de lapins infectés, puis tués.

Les expériences que je viens de décrire dans le chapitre précédent avaient démontré que les matériaux à employer devaient être frais et, autant que possible, empruntés à des animaux infectés et tués au moment où l'on suppose qu'ils n'ont plus que quelques heures à vivre. Je me décidai donc à étudier dans ces conditions au moins quelques parties du système nerveux.

C'est dans la table XXX, dressée comme les anciennes, que j'ai noté les résultats de ces recherches. Les matériaux, filtrés, furent injectés sous la dure-mère.

Voir Table XXX, page 710 - 711.

Comme on le voit, ces expériences confirment dans quelques cas les hypothèses énoncées dans la section précédente.

Il en ressort que la substance grise du cervelet (cerebellum, vermis) est à la quantité de 0.2 mg. une dose mortelle pour des lapins de 2 à 3 kg. Bien plus 0.1 mg. de la même substance a amené la mort du lapin dans l'expérience 2. En revanche dans l'expérience 4 cette dose s'est montrée sans nocuité. Toutefois, dans l'expérience 4, je me suis servi de matériaux provenant d'un lapin mort la nuit précédente, c'est-à-dire depuis quelques heures. Peut-être est-ce là le motif de la résistance.

Dans la première partie de mon mémoire, (table IV, 4, 5), où les matériaux employés avaient été recueillis on ne sait à quel délai après la mort du lapin, cette même substance deux fois ne causa aucun dommage à la dose de 0.2 mg.

Les expériences 5 et 6 ont amené des résultats concordants avec les précédents (T. XXIV, 6).

Dans les expériences 7 et 8, $^1/_{100}$ de mg. de substance grise de la partie supéro-postérieure des hémisphères, a constitué une dose mortelle pour des lapins de 2 à 3 kg. C'est un résultat qu'on n'avait pas encore obtenu une seule fois dans les expériences précitées où l'on avait fait usage de matériaux recueillis à divers moments après la mort (voir t. XXIV, 2, 3 et XXV, 3, 7).

La substance du ganglion de Gasser à la quantité de 0.1 mg. s'est trouvée mortelle, tandis qu'elle ne nuisait point à la dose de 0.2 mg. (exp. 9 et 10).

Digitized by Google

La substance des ganglions intervertébraux (ganglia intervertebralia) dans la région du thorax fut mortelle à la dose de 0.2 mg., mais avec une période d'incubation prolongée terminée au bout de 14 jours par la mort de l'animal, une lapine pleine. 0.1 mg. n'a donné aucun résultat satisfaisant (exp. 11 et 12).

Les recherches sur le système sympathique ont démontré que ni le ganglion cervical, ni le ganglion coeliaque supérieur ne sont mortels à la dose de 0.1—0.2 mg. (expér. 13—16).

Enfin la rétine, à la dose de 0.1—0.2 mg. ne fut pas nuisible (exp. 17 et 18). En quantité plus considérable que je n'ai pas pesée exactement, la rétine peut être infectieuse, comme j'ai pu m'en convaincre deux fois.

En ce qui concerne les expériences de la table XXX, de 9 à 18 inclusivement, je dois faire remarquer que j'ai toujours pesé le tissu nerveux avec le tissu conjonctif qu'il n'avait pas été possible d'en séparer. Le tissu nerveux se composait évidemment en partie notable, sans compter les cellules, de fibres nerveuses qui, comme on le sait, contiennent relativement fort peu de virus. Dans les expériences 17 et 18 des particules de l'humeur vitrée impossibles à séparer de la rétine occupèrent la place du tissu conjonctif. Par suite de ces erreurs inévitables, les doses de la substance cellulaire elle-même furent toujours beaucoup plus petites qu'on ne l'a noté dans les tables.

Les expériences consignées dans la table XXX, ne sauraient être considérées comme définitives. Elles ne sont naturellement, qu'un premier essai dans ce champ d'observations.

XIV.

Remarques générales.

Les expériences décrites contribueront peut-être à porter un peu de clarté dans l'étude de quelques certaines manifestations de la rage, comme, par exemple, la longue période d'incubation de cette maladie, et ce fait, généralement connu, que parmi les hommes et les animaux mordus par un animal incontestablement enragé, il n'y en a qu'une fraction relativement petite (de 10 à 16%) qui soient infectés.

Par contre, il me semble que ces recherches vont ajouter des difficultés à l'exacte compréhension de certaines autres manifesta-

Digitized by Google

Table XXX.

Expériences sur la virulence des diverses parties du système nerveux de lapins tués alors qu'ils n'avaient probablement plus que quelques heures à vivre.

Nbre courant	Date de l'inoculation 1904	Poids des lapins inoculés	Matière injectée — Espèce et préparation	Matière injectée — quantité mg.	Date des premiers symtômes de la maladie	Combien de jours après l'infection	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'infection	Remarques
1	12/XI	2760	Cerebellum vermis substan. grise 1000 fois diluée	0,20	19/XI	7	16.2790 21.2410 17.2690 22.2240 20.2560	23/XI	11	La matière infectante provenait d'un lapin tué 7 jours après l'inoc. Pour comprendre la mort tardive d. l. 1 et 2 voir la remar. d. l. t. XXVII 1 et 1a
2	"	2380	"	0,10	21/XI	9	16.2490 20.2430 17.2400 21.2300 18.2490	nuit du 22/23	10½	
3	18/XI	2000	"	0,20	24/XI	6	22.2050 24.1860 23.2070 25.1790	nuit du 25/26	7½	Les matér. pour l'inoc. provenaient d'un lapin mort quel. heur. aupar. et pas encore raidi (voir la table XXVIII. 20).
4	"	2100	"	0,10			22.2120 25.2130 23.2180 26.2270 24.2220 9/XII.2100			
5	13/XI	2300	Substance grise du lobe frontal 10000 fois dil.	0.01	19/XI	6	17.2220 20.1910 18.2230 21.1810 19.2150	22 XI	9	Les matériaux ont été fournis par un lapin tué 8 jours après l'infect.
6	"	2300	"	"	?	?	17.2420 20.2170 18.2390 21.1930 19.2200	nuit du 22/23	9½	
7	17/XI	2670	Subst. grise des parties postéro-supérieures des hémisphères 10000 fois diluée	0,01	22/XI	5	21.2520 22.2410 23.2200	nuit du 23/24	6½	Les matériaux ont été fournis par un lapin tué 8 jours après l'infec.
8	"	2700			23/XI	6	21.2660 23.2380 22.2660 28.2270	nuit du 25/26	8½	

Digitized by Google

9	„	2870	Ganglion de Gasser 1000 fois dilué	0,10	23/XI	6	21.2800 23.2660 22.2780 24.2520	nuit du 24/25	7½	Dtto 9/XII le lapin 10 depuis quelques jours malade, respire avec difficulte -- mais aucun symptôme de la rage
10	„	2620		0,20			21.2520 24.2410 22.2400 26 2470 23.2330 9/XII.2260			
11	15/XI	2550	Ganglions intervertébraux (3) de la région thoracal 1000 fois dil.	0,10	25/XI	10	19,2400 26.2400 20.2330 9/XII.2550 21.2400	29/XI	14	Les matériaux d'un lap. tué 8 jours après l'infection (exp. 11 et 12)
12	„	2600		0,20			19.2630 26.1900 20.2370 27 1800 21.2440 28,1700 22.2300			Une lapine pleine qui mit bas le 20/XI.
13	13/XI	2300	Ganglion cervical supérieur 1000 fois dil. *non filtré*	0,10			17.2070 21.2190 18.2170 9/XII.2220 19.2200			Les matériaux du même lapin que dans les exp. 5 et 6 de cette table
14	„	2380	Dtto *filtré*	0,10			17.2290 23.2350 18.2360 9/XII.2380 20.2370			
15	15/XI	2500	Ganglion coeliaque supérieur 1000 fois dilué	0,10			19.2500 26.2570 20.2470 9/XII 2490 22.2490			Les matériaux du même lapin que dans les expér. 11 et 12 de cette table
16	„	2700		0,20			19.2570 9/XII.2670 20.2500 21.2600 26.2500			
17	18/XI	2400	Rétine 1000 fois diluée	0,10			22.2370 26.2380 23.2440 9/XII.2440 24.2520			Les matériaux d'un lap. mort 9 jours aprés l'infection, pas encore raidi (voir table XXVIII. 20)
18	„	2100	Dtto	0,20			22.2070 9/XII.2130 23.2110 24.2150 26 2100			

Digitized by Google

tions de la rage, comme, par exemple, le passage du virus de la rage de l'endroit mordu au centre du système nerveux. Autrefois cette question avait trouvé une solution fort simple. On supposait que le virus mis en contact avec les filaments nerveux se propageait peu à peu jusqu'aux centres nerveux. Aujourd'hui nous savons que dans ces centres nerveux, dans le voisinage immédiat de la substance grise, se trouve une quantité relativement très petite de virus, que par exemple, dans les nerfs crâniens, dans la sphère de la boîte crânienne, il existe en quantité quelques centaines de fois moindre que dans la substance grise. La voie suivie par le virus à partir du point de la morsure, le long du tronc nerveux, jusqu'à la moelle et au cerveau, semble assez difficile à déterminer. Je ne veux pas protester ici — je l'affirme expressément — contre la possibilité de l'invasion par les fibres nerveuses. Il est complètement démontré que le virus parvient aux centres principalement par les nerfs (Pasteur, Di Vestea et Zagari). Mais il est assez difficile de comprendre comment ce virus progresse le long du tronc nerveux.

Du fait ci-dessus démontré que dans l'organisme animal les cellules nerveuses seulement — et non les fibres — sont le siège réel du virus de la rage, résulte l'hypothèse que partout où dans l'économie se trouvent des cellules nerveuses on trouvera le virus de la rage. Il est possible que la substance blanche des hémisphères, tout comme les nerfs cérébraux dans l'enceinte de la boîte crânienne décèlent une certaine virulence uniquement parce qu'elles contiennent une petite quantité de cellules nerveuses qui peuvent facilement s'introduire dans les nerfs cérébraux, ou la substance blanche, au moment où les matériaux d'expérience sont tirés du cerveau.

Il reste encore à déterminer clairement quel rapport il y a entre le virus rabique et la salive, ainsi que les glandes salivaires.

Institut d'Hygiène de l'Université de Cracovie.

Table des matières.

pag.
VIII. Recherches sur la virulence du virus 1 à 4 jours après l'infection . 668
IX. Recherches sur la virulence de certaines parties du système nerveux de lapins ayant succombé à la rage de laboratoire 669

Digitized by Google

X. Comparaison de la virulence des diverses parties des hémisphères cérébraux de lapins morts de la rage de laboratoire 686
XI. Comparaison de la virulence de la substance grise et de la substance blanche du système nerveux central de lapins morts de la rage de laboratoire 691
XII. Recherches sur la virulence de la substance nerveuse prise pendant la vie et à différents moments après la mort de lapins ayant succombé à la rage de laboratoire 699
XIII. Recherches sur le degré de virulence de certaines parties du système nerveux de lapins infectés, puis tués 708
XIV. Remarques générales 709

---

49. M. CASIMIR WIZE. **Choroby komośnika buraczanego (Cleonus punctiventris) powodowane przez grzyby owadobójcze, ze szczególnem uwzględnieniem gatunków nowych.** ***(Die durch Pilze hervorgerufenen Krankheiten des Rübenrüsselkäfers (Cleonus punctiventris Germ.) mit besonderer Berücksichtigung neuer Arten). (Les maladies du Cleonus punctiventris Germ. causées par des champignons entonaophytes en insistant particulièrement sur les espèces nouvelles).*** Mémoire présenté par M. M. Raciborski m. c.

(Mit einer Tafel und 11 Textfiguren).
(Planche XV).

Cleonus punctiventris Germ. als Rübenschädling. Der Rübenrüsselkäfer gehört zu den schlimmsten Feinden des Rübenbaus in Südrussland. Er ist als solcher auch in Österreich bekannt, wo er besonders in Ungarn und in Mähren viel Schaden verursacht. Nicht nur die junge Saat wird von dem Käfer manchmal gänzlich aufgefressen, falls er nicht unter grossen Kosten aufgesammelt oder vergiftet wurde, sondern es werden auch die im vollen Wachsen stehenden Rüben von den an den Wurzeln saugenden Larven vernichtet oder geschädigt. Diese Larve tritt oft in erschreckender Anzahl auf; man findet letztere in der Erde auf einem Quadratmeter bis zu 500 Stück, so dass an einer Rübe an 30—50 Larven saugen und fressen. Es ist also kein Wunder, dass auf Feldern, in denen eine solche Anzahl Larven auftritt, die Rüben entweder gänzlich untergehen oder einen schlechten Ertrag geben, der nicht einmal die Ausgabekosten deckt. (1, 2, 3).

Feinde und Krankheiten des Rübenrüsselkäfers. Zum Glück für den Landwirt gibt es Raubinsekten, Würmer, Bakterien und „Muskardinepilze“ (insektentötende Pilze), die ihm

Digitized by Google

im Kampfe mit dem genannten Rübenschädling beistehen. Besonders einige von den Muskardinen betätigen sich an der Vernichtung der Larven, indem sie von einer Plantation zur andern überdauern und sich von der einen Larveninvasion zur anderen vermehren.

Muskardinepilze des Rübenrüsselkäfers. Es sind dies die als die am besten ans Leben in der Erde angepasst erscheinenden, die „grüne Muskardine" Oospora destructor Metsh. (4, 5, 6), „die rote Muskardine Sorosporella uvella Krassilshtshik (Sorokin, Giard) (6, 19) und eine neue Gattung Massospora Cleoni.

Es gibt Felder, auf denen Oospora destructor bis 100% Larven vernichtet, es gibt auch Felder, wo Sorosporella uvella bis zu 80% derselben ansteckt. Massospora Cleoni tritt sporadisch in grösserer Anzahl an demselben Platze auf. Manchmal ist die eine Hälfte der Larve oder Puppe mit den Sporen von Massospora gefüllt, die andere Hälfte von der Sclerotis von Oospora durchwachsen. Ein vierter ziemlich häufig auf den Rübenfeldern in Südrussland vorkommender insektentötender Pilz ist Verticillium Oksanae, das von Prof. Matruchot und dem Verf. anderswo beschrieben wird. Es befällt jedoch den Rüsselkäfer selten und ist fast nur für die Larven und Puppen einer nicht näher bestimmten Blattwespe spezifisch.

Die weissen Muskardinepilze. Im Verhältnis zu den erwähnten Pilzkrankheiten treten die am frühesten bekannt gewordenen insektentötenden Pilze von der Gattung Isaria und Bothrytis als Krankheit des Rübenrüsselkäfers ziemlich selten auf. Ich sah sie noch am häufigsten auf den Neuäckern, auf denen nicht lange zuvor Wald gestanden hatte. Es waren dies Bothrytis Bassiana und Isaria farinosa (7, 8, 9, 10).

Andere seltenen Muskardinepilze. Ebenso selten waren die neuen Arten: Pseudomortierella Cleoni, ein Ascomycet, der von Prof. Matruchot und dem Verf. beschrieben wird, sodann drei Arten Acremonium, Acr. Danysz, zu Ehren von J. Danysz, Chef am Institut Pasteur in Paris so genannt, Acr. soropsis und Acr. Cleoni, weiter Isaria fumosorosea, Strumella barbarufa und Olpidiopsis ucrainica.

Gymnoascus umbrinus. Ehe ich zur Beschreibung der neuen Arten übergehe, wird es wohl von Interesse sein, noch einen Pilz zu erwähnen, der wahrscheinlich sich von der grünen Muskardine Oospora destructor nährt. Es ist der schon von Boudier (11) in Frankreich an von Isaria angesteckten Maikäfern gefundene

Digitized by Google

Gymnoascus umbrinus. Er erscheint regelmässig im Frühjahr an den in Zersetzung übergehenden Scleroten der erwähnten Pilzart.

Beschreibung neuer Arten.

Chytridineae.

Olpidiopsis ucrainica.

Oogonia rotunda. Oosporae aurantiacae, episporo crasso, reticulato. Oogonia 35 μ. diam.; oosporae 20—30 μ. diam. In oosporis nuclei simplices 15 μ. diam. aut plures 5 $\mu = 3\ \mu$.

In larvis Cleoni punctiventris. Repiaszna. Ukraina. Ruthenia.

Dieser insektentötende Pilz ist ziemlich selten. Das jüngste Stadium, das ich sah, sind kugelförmige Zellen mit gekörntem Inhalt.

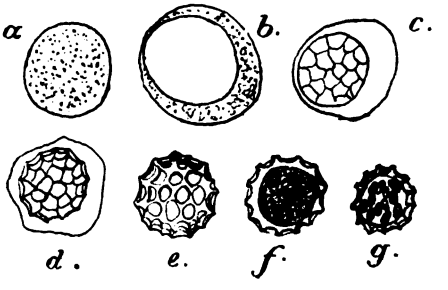


Fig. 1.

(fig. 1a). Später bildet sich ein stark lichtbrechender Kern (b) der allmählich das ganze Oogon ausfüllt, anfangs lichthell später gelblich wird. Ein weiteres Stadium ist die Bildung der Oospora (von c—e). Der gelblich werdende Kern bedeckt sich mit leistenförmigen Verdickungen. wobei das gekörnte Protoplasma des Oogons schwindet und auch seine zunächst geschrumpfte Zellhant sich auflöst und die nackte Oospora übrig bleibt. Es bedeuten *f* und *g* in der Figur Durchschnitte von Oosporen, in *f* mit einem sich stark färbenden Kern, in *g* mit mehreren kleineren. Die Grösse der Oogonien ist 35μ diam., der Oosporen 20—30μ diam., der grösseren Kerne in den Oosporen 15—25μ, der kleineren 5$\mu = 3\mu$.

Diesen Pilz fand ich bisher in einigen Larven und Puppen von Cleonus punctiventris und in einer Puppe von Anisoplia austriaca. Er füllt das Innere des Insekts mit orangefarbigem, körnigem Pulver, das sich von Sorosporella uvella durch etwas hellere Farbe

Digitized by Google

unterscheidet. Es gelang mir nicht, Olpidiopsis ucrainica künstlich zu vermehren oder mit ihr ein Insekt anzustecken.

Entomophtoreae.

Massospora Cleoni.

Hyphae hyalinae, septatae, intra corpus insecti. Azygosporae (?) aurantiacaeminiatae, episporio crasso, echinulato, rotundae. Hyphae 40—60μ = 12—15μ., azygosporae 25—30μ diam., spinae episporii 3—5μ longae.

In larvis chrysalidibusque Cleoni punctiventris in terra, semper pluribus in eodem loco emortuis. Chołodna et Mikołajówka. Ukraina. Ruthenia.

Die Hyphen des Pilzes treten nicht an die Aussenseite des Insekts und bilden im Innern desselben Azygosporen. Es bleibt die

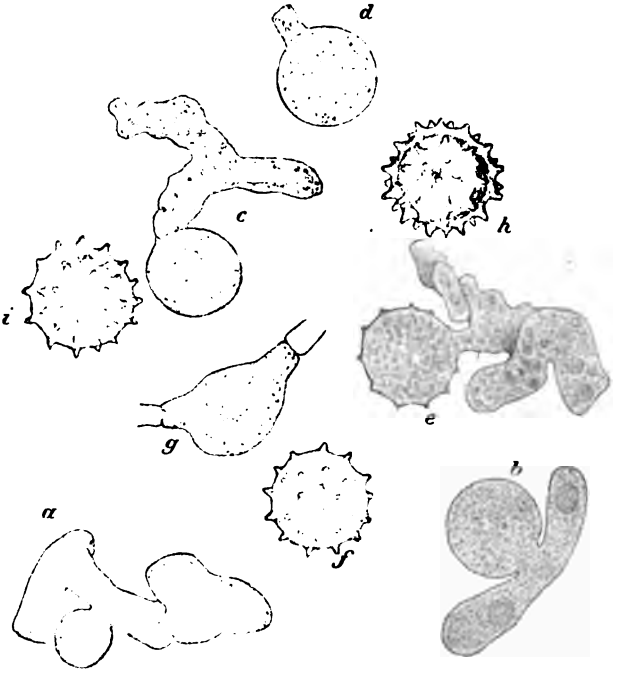


Fig. 2.

dünne Cuticula der Puppe oder Larve unversehrt, zerplatzt nur beim Berühren oder unter dem Drucke des turgeszenten Inneren.

Digitized by Google

Auf Fig. 2 des Textes sind diese Hyphen und Azygosporen dargestellt. In Fig. *e* sieht man das Entstehen der Nadeln auf einer noch jungen Azygospore; *f*, *g* und *h* sind reife Azygosporen.
Typisch für Massospora Cleoni ist ihr Auftreten in wahren Kolonieen oder Nestern. Man findet sie nur sporadisch, doch ist man sicher, sie dann sogleich in einigen Dutzenden von Exemplaren an einem und demselben Orte zu finden. Es ist das wieder eine Muskardine, welche der Sorosporella uvella, der gemeinen „roten Muskardine", ähnlich sieht. Die orangene, nicht rote Masse im Inneren des Insekts ist jedoch nicht so körnig und trocken, sondern mehr lehmig und fett beim Berühren.

Die Hyphen sind 12—15μ breit, die Länge der einzelnen Zellen beträgt von 40—60μ, die Azygosporen bertragen 25—30μ im Durchmesser, ihre Stacheln sind 3—5μ lang.

Es gelang mir weder den Pilz künstlich zu züchten, noch mit ihm ein Insekt anzustecken.

Von Massospora cicadina Peck (12) unterscheidet sich M. Cleoni durch die Azygosporen, die nur rund sind und keine leistenförmig verdickten, sondern nur gestachelte Episporien tragen. Runde Azygosporen mit leistenförmigen Verdickungen sah übrigens auch Thaxter (12) bei M. cicadina nicht.

Hyphomycetes.

Mucedineae.

Acremonium Danysz.

Intra corpus insecti sclerotium eximie durum, e hyphis valde constrictis formans; extra id corpus hyphae fertiles, septatae, hyalinae ramosae cum conidiis ex apicibus acutatis ramulorum ab origine inflatorum nascentibus. Conidia elongata apicibus rotundis, levia, primo nuda, postea mucillaginosa, caduca, ad hyphas interdum annulorum instar adhaerentia, aut mucillagine fulvo copiose intra se cum hyphis aggregata. Ramuli in tuberculis hypharum matricium prope septum originem habent. Hyphae 5μ latae, articula 40μ et longiora, ramuli fertiles 30μ = 5μ, conidia 10μ = 5μ.

In larvis chysalidibusque Cleoni punctiventris Germ. Repiaszna. Ukraina. Ruthenia.

Die durch den Pilz sclerotisierten Mumien des Rübenrüsselkäfers sind ausserordentlich hart. Sie lassen sich kaum schneiden. Sie sind dadurch den Mumien der durch Pseudomortierella Cleoni

Digitized by Google

angestekten Insekten ähnlich, besitzen aber nicht die der Pseudomortierella charakteristischen Coremien. Die angesteckten Larven und Puppen haben etwa die Farbe der lebendigen Insekten und sehen wie eingetrocknet aus. In Feuchtigkeit gehalten, bedecken sie sich mit Hyphen, die für den Pilz charakteristische Conidien ansetzen. Dieselben bilden sich an Spitzen von seitlich, dicht neben einem Septum aus den Hyphen an einer Erhöhung entspringenden, anfangs dicken, am Ende zugespitzen Ästchen. Fig. 3.

Die Conidien sind länglich, an den Spitzen abgerundet, die beiden Enden sind nicht immer gleich dick, so dass nicht ein reines

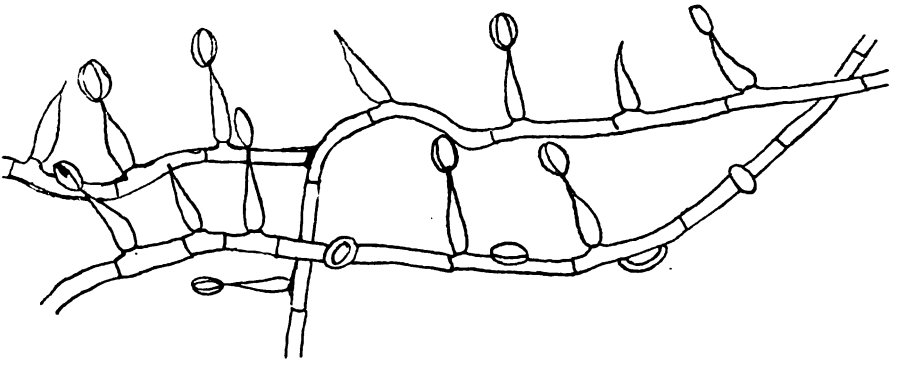


Fig. 3.

Ellipsoid gebildet wird, sondern ein eiförmiges; sie umhüllen sich allmählich mit Schleim, fallen leicht ab und kleben sodann an den Hyphen fest, indem sie dieselben mit dem Schleim zuweilen wie mit einem Ringe umgeben, oder sie verkleben miteinander zu gallertigen, von den Hyphen durchzogenen Massen. Das, was an der Oberfläche der in der Feuchtigkeit gehaltenen Larven oder Puppen vor sich geht, macht sich auch an den künstlichen Kulturen bemerkbar, die leicht aus einem Stück aseptisch entnommener Sclerotis aus dem Larveninnern erhalten werden können. Die Hyphen sind 5μ breit, deren einzelne Zellen gegen 40μ lang, die Conidien tragenden Ästchen sind 30μ lang, an ihrer Basis 5μ breit, die Conidien sind 10μ auf 5μ gross.

Acr. Danysz gehört zu den seltenen Muscardinen; ich fand es nur beim Rübenrüsselkäfer. Es gelang mir bis jetzt mit ihm nur ein Exemplar einer Larve von Ephestia Kuehnella (13) anzustecken.

Acr. Danysz steht dem Acr. alternatum Link. nahe, unter-

Digitized by Google

scheidet sich jedoch durch die Grösse der Sporen und durch die Lebensweise. Es ist auch der Desmidiospora myrmecophila (15) ähnlich, bildet aber keine gelappten Sporen.

Acremonium Cleoni.

Intra insectum cellulae ovoideae in sclerotium durum concrescunt, extra corpus hyphae ramosae, septatae, hyalinae, in ramulis acutatis, conidia singula, acrogena, hyalina, ellipsoidea. Cellulae ex insecto in substrato quocumque cultae more Saccharomycis cerevisiae pullulant, dein descriptae hyphae fertiles ex cellulis iisdem nascunt. In culturis arte factis alterae cellulae minores, cremeae 6μ diam., alterae maiores badiae $10—12\mu$ diam. Cellulae intra corpus insecti hyalinae 8μ diam., ramuli fertiles $18\mu = 3\mu$, conidia $6\mu = 3\mu$.

In larvis chrysalidibusque Cleoni punctiventris Repiaszna. Ukraina. Ruthenia.

Dieser Pilz unterscheidet sich von Acr. Danyszii dadurch, dass die Hyphen im Innern des Kerbtieres sich mit einander nicht ver-

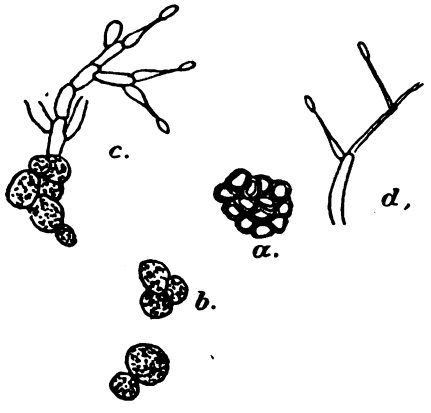


Fig. 4.

flechten, sondern rundliche, fest aneinander gefügte Zellen bilden, und dass die Conidien keinen Schleim absondern.

In den künstlichen Kulturen, die man durch Aussaat von dem Inneren des angesteckten Insekts erhält, vermehren sich die Zellen der Sklerotis durch Knospung nach Art der Hefe. Es bilden sich zunächst kleinere Zellen von gelblicher Farbe, sodann grössere von brauner. Später entwickeln sich aus langen Zellen bestehende

Digitized by Google

Hyphen, an welche sich sodann die Sporen tragenden Ästchen ansetzen. Die Sporen haben ellipsoidale Gestalt. sind glatt und farblos.

Die Grösse der Sporen tragenden Ästchen beträgt $18\mu = 3\mu$, die der Sporen $6\mu = 3\mu$ (siehe *c, d* fig. 4.), der Zellen im Innern des Insekts (*a* fig. 4) 8μ im Durchmesser, der gelblichen in der künstlichen Kultur 6μ, der braunen $10-12\mu$.

Es ist dies eine seltene Muskardine, die ich nur in den Larven und Puppen des Rübenrüsselkäfers fand. Eine künstliche Ansteckung mit ihr gelang mir bis jetzt nicht.

Acremonium soropsis.

Intra corpus insecti sclerotium valde durum e hyphis dense constrictis, hyphae fertiles extra corpus insecti ramosae, septatae, hya-

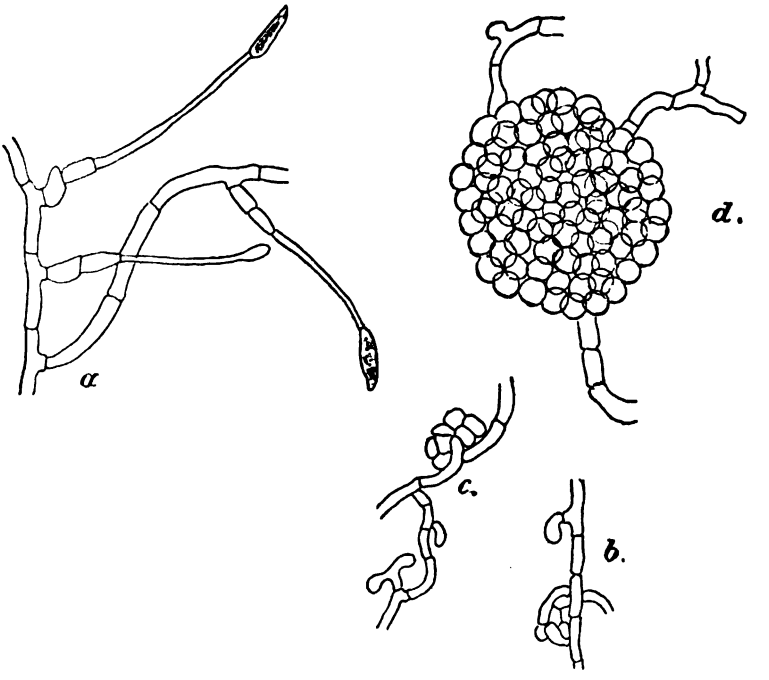


Fig. 5.

linae. Conidia cuneiformia, amerospora. levia in apice ramulorum biseptatorum, nascentia. Ramuli in tuberculis hypharum prope septum errecti. Hyphae extra corpus insecti praeterea inter se in soros

Digitized by Google

umbrinos concrescunt. Ramuli fertiles 70μ longi, 6μ ab origine lati, conidia 19μ = 5μ, sori 60μ diam., hyphae 7μ latae.

In larvis chrysalidibusque Cleoni punctiventris. Repiaszna. Uraina. Ruthenia.

Auch dieses Acremonium ist selten. Die Sklerotis im Inneren des Insekts ist ähnlich gebaut wie bei Acr. Danyszii und beinahe ebenso hart. Lässt man sie in einem feuchten Raume oder auf einem künstlichen Nährboden wachsen, so entstehen reichliche Hyphen, die einerseits zweimal septierten, sporentragenden Ästchen den Ursprung geben, anderseits vielfach sich krümmend und verwickelnd zu grossen Ballen von daraus entstehenden gebräunten Zellen zusammenwachsen.

Diese braunen Ballen bedecken schliesslich den ganzen Körper des sklerotisierten Kerbtieres und ebenso die Oberfläche der künstlichen Reinkultur. Die Conidientragenden Ästchen sind 70μ lang, an der Basis 6μ breit, die Grösse der zugespitzten Sporen beträgt 19μ — 5μ, der Zellenballen 60μ im Durchmesser, die Dicke der Hyphen 6μ, die Länge der einzelnen Hyphenzellen gegen 25μ.

Die Gestalt der Conidien erinnert an Isaria cuneispora (16). Sie sind jedoch bei Isaria kleiner, auch bilden sich bei ihr keine braunen Zellenballen.

Eine künstliche Ansteckung mit Acremonium soropsis gelang mir bis jetzt nicht.

Stilbaceae.

Isaria fumosorosea.

Ramosissima, stromatibus eximie farinaceis, gracilibus, coremiis ramosis. Conidia acrogena, catenulata, levia, ellipsoidea, fumosorosea 4μ = 2, 5μ. Coremia ad 20 mm longa.

In larva Cleoni punctiventris. Repiaszna. Ukraina. Ruthenia.

Ausgezeichnet durch die Eigenschaft lange Coremien zu bilden. Die Farbe der Sporen ist lila-rosa. Sie setzt dieselben nicht wie Bothrytis Bassiana, Isaria farinosa und Sporotrichum globuliferum zu beiden Seiten des Sporen tragenden Ästchens, in einer Ähre an, sondern in Ketten, die manchmal sehr lang sind und sehr graziös. Vergleiche Fig. 6 von Bothrytis Bassiana, zugleich als Typus für Isaria farinosa und Sporotrichum globuliferum, und Fig 7 von Isaria fumosorosea.

Beide Zeichnungen sind nach dem Vorgange Bails (9) von Pilz-

Digitized by Google

kulturen auf feuchtgehaltenen Objektgläsern entnommen. Die Länge der zuweilen verzweigten Coremien von Is. fumosorosea beträgt gegen 20 mm. Das ganze angesteckte Kerbtier ist mit denselben überwachsen. Die Grösse der Sporen beträgt $4\mu - 2{,}4\mu$.

Ich fand den Pilz an einer einzigen Larve von Cleonus punctiventris. Durch die Farbe der Conidien erinnert es an Isaria co-

Fig. 6.

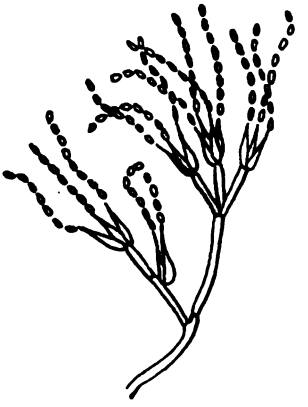


Fig. 7.

rallina Fr.; unterscheidet sich aber von ihr durch die Farbe der Coremien, die nicht kirschrot (vinosum) ist, sondern weiss bis gelblich. Diese Art steckt sehr leicht den Cleonus punctiventris in allen Stadien der Entwickelung an, und zwar sowohl von Insekt auf Insekt wie von künstlichen Kulturen aus.

Isaria Smilanensis.

Ramosissima. Stromatibus longis, erectis, apice coremiorum interdum diviso. Stipites singuli densi ad 30 mm longi. Conidia levia, catenulata, ellipsoidea, cremea $7-8 = 5 - 4\mu$.

In chrysalidibus cuiusdam neuropteri terrestris. Smiła. Ukraina. Ruthenia.

Ich erwähne diese Pilzart hier, trotzdem sie nicht am Cleonus

Digitized by Google

punctiventris gefunden worden ist. Es ist wiederum eine Isaria, die die Sporen in Ketten ansetzt, weswegen sie mikroskopisch ein

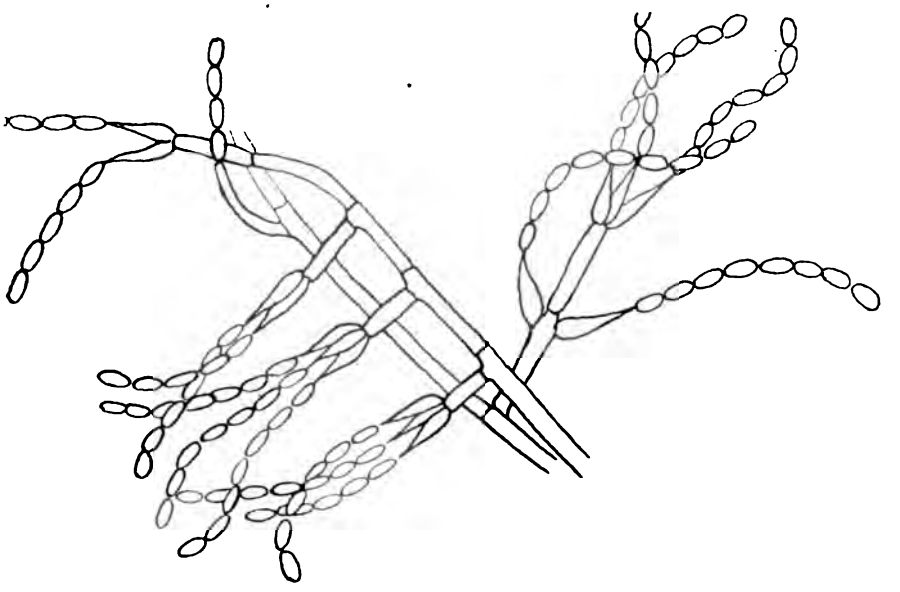


Fig. 8.

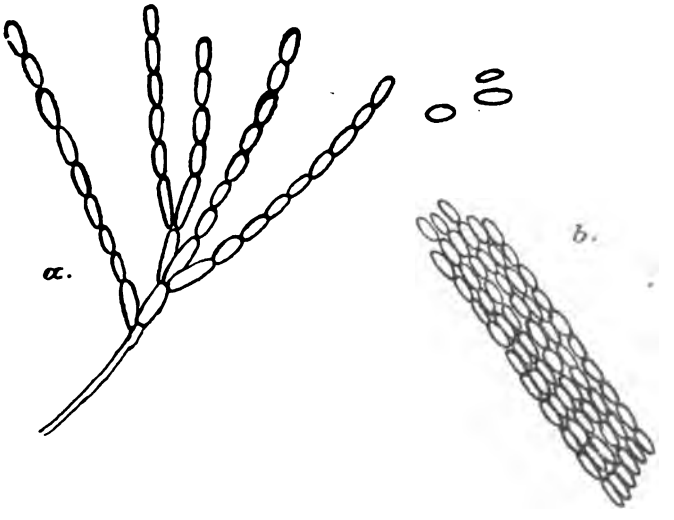


Fig. 9.

ähnliches Bild liefert wie Oospora destructor, weil sie dieselbe Grösse und Gestalt der Sporen besitzt. Oospora bildet jedoch nicht Sporen

Digitized by Google

tragende Zweige, die Anfangs gebläht, später dünner werden (Fig. 8 und 9). Auch reihen sich bei Isaria Smilanensis die Sporen nicht, wie bei Oospora zu den streng parallel geschichteten Polstern an, die selbst unter dem Mikroskop in verhältnismässig dünnen Lagen schon ihre grüne Färbung aufweisen.

Die Koremien der Is. Smilanensis sind sehr steif, zuweilen sehr spitz. In den künstlichen Kulturen bilden sie sich sehr früh und ständig, was bei Is. farinosa z. B. nicht immer der Fall ist und was diese sodann von Bothrystenella oder Bassiana nicht unterscheidbar macht. (Vergleiche die Figuren der Tafel der künstlichen Kulturen von Bothrytis tenella und Isaria Smilanensis). Die Koremien von Isaria Smil. erreichen eine Länge von 30 mm. Die Grösse der ellipsoiden, glatten, gelblichen Sporen beträgt 7—8μ, auf 5 — 4μ.

I. Smilanensis steckt leicht Kerbtiere an, ebenso Cleonus punctiventris in allen Stadien, und zwar sowohl von künstlichen Kulturen aus als auch von Insekt auf Insekt

Tuberculariaceae.

Strumella barbarufa.

Intra corpus insecti hyphae septatae, hyalinae, valde constrictae, extra corpus in tuberculis, atropurpureis, aut badiis, singulis aut ad 7, barbarum instar hinc, illinc adhaerent. In tuberculis hyphae fertiles aggregatae fasciculis hypharum sterilium inter se constrictarum obtectae. Conidia continua, singula, polymorpha, ovoidea, pyriformia, curvula, atropurpurea, aut badia. Hyphae 6μ latae, hyphae fertiles ad 8μ, conidia 12—20μ longa et 8—12μ lata, tubercula ad 5 mm diam.

In chrysalidibus larvisque Cleoni punctiventris unico loco in 60 exempl. mortuis et ad unam chrysalidem vivam, tuberculum fungi secum gerentem, postea mortuam. Repiaszna. Ukraina. Ruthenia.

Ich fand diesen Pilz an einem einzigen Platze an 61 Individuen von Puppen und Larven des Rübenrüsselkäfers. Eine von den Puppen war noch am Leben und besass schon die kirschrote Erhebung die aus den Hyphen des Pilzes bestand. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich der Pilz zunächst oberflächlich an der Larve oder Puppe des Insekts entwickelt, später in das Innere eindringt und den Kadaver durchwächst. Die Sklerotis, die er im Innern des Kerbtieres bildet, ist farblos, wird aber an der Oberfläche kirschrot, sobald man eine angebrochene Larve oder Puppe längere Zeit

Digitized by Google

in feuchter Luft liegen lässt. Ebenso kirschrot wachsen die künstlichen streng aeroben Reinkulturen. In diesen Kulturen erhielt ich bis jetzt noch keine Conidialsporen, die denen in den Tuberkeln an den Insekten befindlichen ähnlich wären; es sind nur kurze Hyphenästchen, die sich gar nicht von den Hyphen selbst unterscheiden, also kaum für Sporen angesehen werden dürfen. Die Sporen

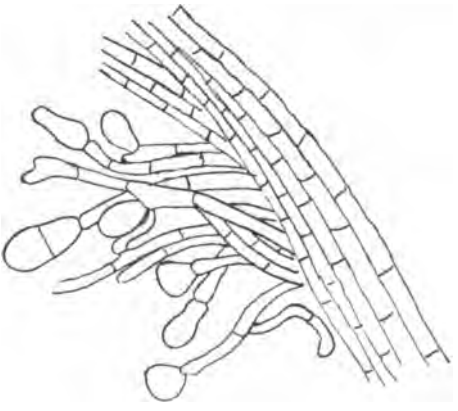


Fig. 10.

in den Tuberkeln an den Insekten besitzen eine sehr verschiedene Gestalt; sie sind rund, birnförmig, keulenförmig, in Haken gekrümmt. Manchmal wächst eine zweite Spore nach und es scheint, als ob wir es mit einer septierten, zweizelligen Spore zu tun hätten. Die Grösse der die Larve bedeckenden Tuberkel beträgt gegen 5 mm im Durchmesser.

Von Cladosporium aphidis Thüm. (18) unterscheidet sich Str. barbarufa durch die Farbe sowie durch die Sporen, die bei Cl. aphidis an beiden Enden zugespitzt sind.

Eine künstliche Ansteckung mit Str. barbarufa gelang mir bis jetzt nicht.

Strumella parasitica (Sorokin?)

Tubercula hypharum ad larvas vivas Polyphyllae Fullonis formans, dein sclerotio eas e cellulis subrotundis hyalinis complens. Conidia viridinigricantia, continua, singula, raro duplicia, eadem in culturis arte e sclerotio larvarum emortuarum factis, quae in tuberculis insecti vivi. Hyphae septatae, hyalinae, vel viridinigricantes, 8μ latae, cellulae sclerotii ad 12μ diam. Conidia $10—14\mu = 8\mu$.

Digitized by Google

Ad larvas Polyphyllae Fullonis. Ukraina. Ruthenia.

Diesen Pilz fand ich nicht bei Cleonus punctiventris. Ich erwähne ihn hier wegen seiner physiologischen Ähnlichkeit mit Strumella barbarufa. Er ist wahrscheinlich mit Cladosporium parasiticum (Sorokin) identisch, das ebenfalls an Polyphylla Fullo (6) gefunden ist. Da ich bisher das Original von Sorokin nicht empfangen konnte und ich nur eine Erwähnung des Pilzes bei Krassilshtshik (6) vorfand, bin ich genötigt, mich vorläufig mit einer Vermutung zu be-

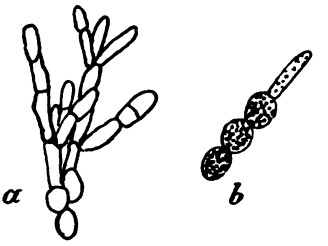


Fig. 11.

gnügen. Ich will jedoch eine Beschreibung des von mir gefundenen Pilzes nicht unterlassen. Dieser Pilz bildet an den Larven des gefürchteten Feindes der Kieferwälder der Ukraine, des grossen Walkers, Auswüchse, welche conidialen Sporen den Ursprung geben (figur 11a).

Ich habe einen Fall beobachtet, in dem sich die Larve bei der Häutung des Pilzes entledigte, fand aber auch eine Larve die mit einer Sklerotis von rundlichen Zellen (Fig. 11a) ausgefüllt war, die mir dann Kulturen gaben, welche die für die Auswüchse an den Larven charakteristischen Hyphen und Conidien ansetzten. Eine solche künstliche Kultur von Strumella parasitica sieht einer Kultur von Acremonium soropsis nicht unähnlich, nur ist die Farbe olivengrün bis schwarz. Die Breite der Hyphen beträgt 8μ, die Grösse der Zellen der Sklerotis 12μ im Durchmesser, die der Sporen $10-14\mu = 8\mu$.

Eine künstliche Ansteckung aus der Reinkultur gelang mir in einem Falle von einer Larve von Oryctes nasicornis.

Es sei mir zum Schlusse erlaubt, meinem früheren Chef. Herrn J. Danysz, für die Ratschläge zu danken, die mir das Auffinden

Digitized by Google

der beschriebenen neuen Pilzarten ermöglichten und Herrn Prof. Raciborski aus Dublany für die Hilfe in der wissenschaftlichen Bearbeitung des in der Ukraine gesammelten Materials.

Tafelerklärung.

Künstliche Kulturen auf sterilen Kartoffelstückchen.
Fig. 1. Oospora destructor Metschnikoff.
Fig. 2. Bothrytis tenella.
Fig. 3. Sorosporella uvella Krassilshts.
Fig. 4. Isaria fumosorosea nov. sp.
Fig. 5. Isaria Smilanensis nov. sp.
Fig. 6. Acremonium Danyszii nov. sp.
Fig. 7. Acremonium Cleoni nov. sp.
Fig. 8. Acremonium soropsis nov. sp.
Fig. 9. Strumella barbarufa nov. sp.

---

50. M. ST. OPOLSKI. **Wpływ światła i ciepła na chlorowanie i bromowanie homologów tiofenu.** ***(Über den Einfluss des Lichtes und der Wärme auf die Chlorierung und Bromierung der Thiophenhomologe).*** (*Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur*). Mémoire présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Es ist wohl bekannt, welchen Einfluss das Licht und die Wärme auf die Chlorierungs- und Bromierungs-Vorgänge bei Benzolhomologen ausübt. Die Forschungen von Gerhardt, Fittig, Beilstein, Radziszewski und anderen haben bewiesen, dass diese Halogene bei Siedehitze die Seitenketten angreifen, während bei gewöhnlicher Temperatur die Wasserstoffe des Benzolkernes substituiert werden. J. Schramm zeigte, dass die Wirkung des Lichtes der der Wärme ähnlich sich gestaltet.

Aus der merkwürdigen Ähnlichkeit der Benzolderivate mit den Thiophenabkömmlingen könnte man schliessen, dass auch bei Einwirkung des Chlors und Broms auf die letzteren das Licht und die Wärme dieselbe Rolle spielen werden. Da diese Tatsache bis jetzt experimentell nicht eingehend studiert wurde, habe ich entsprechende Untersuchungen angestellt, und zwar umsomehr, als ich aus den in der Seitenkette substituierten Chloriden und Bromiden andere interessante Derivate zu erhalten hoffte.

Digitized by Google

Vorläufig habe ich α-Methyl- und α-Aethyltiophen untersucht und die angestellten Erhebungen zeigen, dass weder das Licht noch die Wärme den erwähnten Einfluss auf die Richtung dieser Reaktionen ausüben.

Einfluss des Lichtes auf die Bromierung des α-Methylthiophens.

Da das Brom in das Methylthiophen tropfenweise eingegossen, dieses grösstenteils zum Verharzen bringt, wirkte ich mit Dämpfen desselben ein, die durch einen Kohlensäurestrom mitgerissen in die zur Reaktion bestimmte Flüssigkeit in direktem Sonnenlichte eingeleitet wurden. Die Reaktion verläuft schnell; die Farbe des Broms verschwindet augenblicklich und die Flüssigkeit wird etwas dunkel. Das Einwirkungsprodukt greift die Augen fast gar nicht an, was für die Seitenkettenchloride und- Bromide der Benzolreihe so charakteristisch ist. Bei der Destillation unterliegt es der Zersetzung, wobei der dem brennenden Kautschuk eigene Geruch bemerkbar wird. Im luftverdünnten Raume lässt es sich grösstenteils unzersetzt destillieren.

Da ich in keiner der dabei erhaltenen Fraktionen die Anwesenheit des erwarteten Thienylbromids konstatieren konnte, liess ich bei weiteren Bromierungsproben das ganze Reaktionsgemisch mit alkoholischem Ammoniak 3—5 Stunden lang kochen. Dann habe ich es mit Natriumhydrat erwärmt, den Alkohol abdestilliert und den Rest mit Äther ausgezogen. Nachdem der Äther ausgetrieben und die alkoholische Lösung der zurückgebliebenen Flüssigkeit mit Salzsäure angesäuert worden war, liess ich den Alkohol verdunsten.

Die auf diese Weise erhaltene dicke Flüssigkeit hinterliess nach dem Ausziehen mit Äther kleine Mengen einer schmutzigweissen festen Substanz, welche zur kristallinischen, reinen Form nicht gebracht werden konnte, weil sie sich aus wässerigen und alkoholischen Lösungen stets amorph ausschied. Diese Stickstoff enthaltende Substanz bildete sich in so kleinen Mengen, dass ich von ca. 60 gr Methylthiophen ausgehend, kaum eine Chlor- und Chlorplatinat-Bestimmung ausführen konnte.

Aus 0·0269 gr der Substanz habe ich 0·0180 gr AgCl d. h. 16·28% Cl erhalten, während Thienylaminchlorhydrat 23·7% und Bromthienylaminchlorhydrat 15·5% Cl enthält.

Die wässerige Lösung der Substanz gibt mit Platinchlorid einen gelblichen, amorphen Niederschlag, mit einem Gehalte von 36·08%

Digitized by Google

Pt. Auch diese Verbindung konnte ich nicht in kristallinischem Zustande erhalten. Aus dem Filtrate schied sich nach längerem Stehen noch ein kleiner gelblicher Niederschlag aus, der 24·04% Pt enthielt. Dem Thienylaminchlorplatinat entsprechen 30·6% und dem Bromthienylaminchlorplatinat 24·6% Pt.

Diese Untersuchungen wiederholte ich mehrmals unter verschiedenen Bedingungen, indem ich das Methylthiophen selbst wie auch seine Schwefelkohlenstoff- sowie Eisessig-Lösungen bromierte und die Einwirkung bei 0°, 10° und bei gewöhnlicher Temperatur vornahm. Das Bromierungsprodukt behandelte ich in oben beschriebener Weise oder ich unterwarf es der Destillation mit Wasserdämpfen. Trotzdem konnte ich die Anwesenheit grösserer Mengen der Seitenkettenbromide nicht konstatieren. In allen Fällen erhielt ich fast nur ausschliesslich Bromide, in denen Brom an den Thiophenkern gebunden war.

Diese Bromide, von denen ein nicht unerheblicher Theil sich auch aus dem abdestillierten Alkohol durch Wasserzusatz ausscheiden lässt, reinigte ich durch Destillation im luftverdünnten Raume wie auch durch Destillation mit Wasserdämpfen. Ausser der Hauptfraktion, die bei 84—90° unter einem Drucke von 3—4 cm übergeht, erhielt ich kleine Mengen eines festen Körpers.

Die Hauptfraktion gab nach wiederholtem Destillieren reines Brom-α-methylthiophen ($C_4H_2BrS—CH_3$). Es bildet eine farblose, bei 174° (177° corr) unter 740 mm del. siedende Flüssigkeit, die ihres angenehmen, milden Geruches wegen an das o-Bromtoluol erinnert. Nach längerem Stehen färbt es sich unter Einwirkung des Lichtes gelblich.

0·1714 g der Substanz gaben 0·18274 g AgBr und 0·22476 g $BaSO_4$

	Br	S
Gefunden:	45·37%	18·00%
Berechnet für C_5H_5BrS:	45·16%	18·10%

3·11513 g nehmen bei 20° das Volum von 2·00153 g Wasser auf; $d^4_{20} = 1·5529$, $n_D = 1·5673$ bei derselben Temperatur. Die hieraus berechnete Molekularrefraktion beträgt 37·26; die theoretische mit Conradys-Zahlen [1]) ermittelte beträgt 37·75.

[1]) Für die Atomrefraktion des Schwefels wurde 7·65 (Nasini Ber. **15.** 2878) angenommen.

Digitized by Google

Das Brommethylthiophen gibt mit Phenanthrenchinon und Schwefelsäure in Eisessiglösung nach schwachem Erwärmen eine schöne smaragdgrüne Färbung (Laubenheimersche Reaktion). Stark verdünnt gibt es mit Isatin in Schwefelsäurelösung erst nach längerem Erwärmen eine olivviolette Indopheninreaktion.

Aus dem festen Stoffe, der aus dem Reaktionsprodukte erhalten wurde, liessen sich durch fraktionierte Kristallisation zwei Verbindungen isolieren.

Den grösseren, in Alkohol weniger löslichen Teil, bildet das bei 85° schmelzende Tribrom-α-methylthiophen, welches von Egli [1]) durch Einwirkung vom Bromwasser erhalten worden ist.

Die zweite Verbindung, die in Alkohol leichter löslich ist, bildet das Dibrom-α-methylthiophen ($C_4HBr_2S—CH_3$), das ein fester, bei 44—45° schmelzender, in weissen Nadeln kristallisirender Körper ist. Es löst sich in kaltem Alkohol, sehr leicht in siedendem Alkohol und in Äther.

0·02799 g der Substanz gaben 0·04086 g AgBr und 0·02377 g $BaSO_4$

	Br	S
Gefunden:	62·12%	11·66%
Berechnet für $C_5H_4Br_2S$	62·47%	12·52%

Einfluss der Wärme auf die Bromierung des α-Methylthiophens.

In siedendes Methyltiophen leitete ich Bromdämpfe in berechneter Menge. Die Farbe des Broms verschwand sofort und die Flüssigkeit färbte sich stark dunkel unter teilweiser Vorkohlung. Der flüssige Teil des Bromierungsproduktes wurde auf die bereits beschriebene Art behandelt und führte zu analogen Resultaten. Es bildeten sich dieselben Kernbromide neben verschwindend kleinen Mengen von Seitenkettenbromiden, welche der Wirkung des Ammoniaks unterlagen. Das ausgeschiedene Chlorplatinat enthielt 28·7% Pt.

Einfluss des Lichtes auf die Chlorierung des α-Methylthiophens.

Es wurden volumetrisch bestimmte Chlormengen in das Methylthiophen bei unmittelbarem Sonnenlichte eingeleitet. Das blassgelbe Reaktionsprodukt wurde hierauf auf die Art und Weise wie vorher bei der Bromierung verarbeitet. Als Endresultat enthielt ich kleine Mengen eines amorphen Chlorplatinats, das 22·6% Pt ent-

[1]) Ber. 18. 544.

Digitized by Google

hielt, (Trichlorthienylaminchlorplatinat enthält 23·12% Pt) und eine bei 150—155° siedende Flüssigkeit, die durch Destillation gereinigt, reines Chlor-α-methylthiophen ($C_4H_2ClS—CH_3$) gab. Es bildet eine wasserhelle Flüssigkeit, die dem Geruche nach dem o-Chlortoluol ähnlich ist. Dem Lichte ausgesetzt färbt sie sich nach längerem Stehen gelblich. Unter einem Drucke von 738 mm siedet sie bei 151·5° (153·7° corr). Mit Phenanthrenchinon und Schwefelsäure gibt sie eine grüne, gelblich schimmernde Färbung; der Indopheninreaktion (violette Färbung) unterliegt sie schwerer.

0·17904 g der Substanz gaben 0·18857 g AgCl und 0·31668 g $BaSO_4$

	Cl	S
Gefunden:	26·04%	24·28%
Berechnet für C_5H_5ClS	26·74%	24·19%

2·40931 g nehmen bei 17° das Volum von 2·00218 g Wasser ein; $d^4_{17}=1·2016$, $n_D=1·5367$. Die hieraus berechnete Molekularrefraktion beträgt 34·44 (theoretisch 34·82). Die Menge der erhaltenen höheren Chloride war so gering, dass sie in reinem Zustande nicht isoliert werden konnten.

Einfluss der Wärme auf die Chlorierung des α-Methylthiophens.

Bei dieser Reaktion, die von der entsprechenden Bromierung sich nur dadurch unterscheidet, dass das Einwirkungsprodukt nicht verkohlt wird, entstehen ebenfalls beinahe ausschliesslich Kernbromide. Die Seitenkette wird nur in höchst geringem Masse angegriffen, was daraus geschlossen werden konnte. dass die erhaltene Menge des Chlorplatinats zu klein war, um zu einer Bestimmung des Platingehaltes ausreichen zu können.

Einfluss des Lichtes auf die Bromierung des α-Äthylthiophens.

Athylthiophen verhält sich bei dieser Reaktion so wie das Methylthiophen. Das Äthylradikal unterliegt beinahe keiner Substituierung. Die geringen Mengen des erhaltenen Chlorplatinats konnten zur Kristallisation nicht gebracht werden, da dieses beim Ausscheiden aus der wässerigen Lösung der Zersetzung unterliegt und in eine schmierige, dunkel grüne Masse übergeht. Als Hauptprodukt der Bromierung erscheint hier das bereits bekannte Bromäthyltiophen, eine klare, farblose, bei 195° (199·2 corr) unter 737 mm

Digitized by Google

siedende Flüssigkeit. Der von Demuth [1]), welcher es zum ersten Mal erhalten hat, hervorgehobene Umstand, dass das Bromäthylthiophen sich bei Siedetemperatur teilweise zerlegt, kann nur auf ein mit höheren Bromiden verunreinigtes Produkt bezogen werden; die durch zweimalige Destillation im luftverdünnten Raume (90—100° bei 3—4 cm) gereinigte Verbindung liess sich ohne Zersetzung unter gewöhnlichem Athmosphärendrucke destillieren.

0·2058 g der Substanz gaben 0·20155 g Ag Br und 0·2494 g $BaSO_4$

	Br	S
Gefunden:	41·67%	16·65%
Berechnet für C_6H_7BrS	41·84%	16·78%

2·93691 g nehmen bei 20° das Volum von 2·00138 g Wasser ein; $d^4_{20} = 1·4642$, $n_D = 1·5576$ bei derselben Temperatur. Die hieraus berechnete Molekularrefraktion beträgt 42·05 (theoretisch 42·35).

Mit einigen Tropfen von Schwefelsäure und mit Phenantrenchinon in Eisessiglösung leicht erwärmt, gibt das Bromäthylthiophen eine violette Färbung, welche nach weiterer Zugabe von Schwefelsäure in eine grüne übergeht. Die Indopheninreaktion (gelblichviolette Färbung) ist schwieriger zu erhalten.

Anhang.

Das Methyltiophen erhielt ich bei Anwendung der Fittigschen Reaktion. Die nach vollendeter Reaktion und durchgeführter Destillation in der Retorte zurückgebliebene braune Masse hatte gewisse eigenartige Eigenschaften, welche meine Aufmerksamkeit erweckten; in meiner nächsten Arbeit, in der ich weitere, jetzt angestellte Untersuchungen beschreiben will, werde ich auf dieselben noch zurückkommen.

[1]) Ber. **19.** 684.

Lemberg. Chem. Universitätslaboratorium des Prof. Radziszewski.

Digitized by Google

51. M. MIECISLAU SZYMAŃSKI. **Przyczynek do helmintologii.** ***(Ein Beitrag zur Helminthologie).*** (*Contribution à l'helminthologie*). Mémoire présenté par M. L. Kulczyński m. c.

(Planche XVI).

Hymenolepis (Drepanidotaenia) podicipina sp. nov.

Unter diesem Namen beschreibt der Verf. eine neue Cestodenart, welche ihm seitens des Hr. Prof. Dr. M. Kowalewski (Dublany) zur Bearbeitung übergeben wurde. Die Art stammt aus Podiceps auritus Lath. — Das vorhandene Material erwies sich nicht so gut konserviert, dass alle Einzelheiten des Baues ermittelt werden konnten. Der Verf. begnügt sich daher mit der Angabe folgender Merkmale:

Kopf (fig. 1.) etwa 0,296 mm lang und 0,372 mm breit. Rüssel kurz und dick. Seine Länge beträgt 0,086 mm, seine Breite 0,15 mm. Zahl der Haken 10 von der Länge 0,042—0,046 mm. Ihre Gestalt ist ersichtlich aus der beigegebenen Zeichnung (fig. 2). Saugnäpfe beinahe rund. 0,115 mm im Durchmesser. Hals mässig lang. Proglottiden äusserst kurz. Dieselben mit vollständig entwickelten Hoden messen 0,014 mm in der Länge und 0,36 mm in der Breite. Die Länge der mit Oncosphaeren vollkommen erfüllten Proglottiden beträgt 0,019 mm, deren Breite 0,648 mm. Die Geschlechtsöffnungen sind einseitig und durch die gewöhnlich hervorgestülpten langen fadenförmigen Cirren gut markiert (fig. 3).

Von der Muskulatur liessen sich zwei Schichten gut wahrnehmen (fig. 5. m. l. ex, m. l. in.): die äussere ununterbrochene Längsmuskelschicht und die innere Längsmuskelschicht, bestehend aus acht breiten und dicken Bündeln, vier ventralen und vier dorsalen. Die beiden lateralen longitudinalen Hauptwasserstämme liegen so weit nach innen, dass sie die mittelreifen Proglottiden (mit ganz entwickelten Hoden) in drei beinahe gleiche Teile (fig. 3.) teilen, von denen der mittlere die gesamten Geschlechtsorgane (ausgenommen natürlich die Ausführwege) beherbergt. Die ventralen Stämme sind beträchtlich dicker als die dorsalen. Die drei rundlichen Hoden liegen so, dass der eine nahe dem inneren Ende des Cirrusbeutels, die beiden anderen, der eine über dem anderen, an der entgegengesetzten Seite liegen (Fig. 3, 5, tes.) Die Vesicula seminalis nimmt eine mittlere Lage ein. Der Cirrusbeutel hat die Gestalt einer langen, sich nach aussen zu verjüngenden Röhre. Cirrus lang, fadenförmig, mit klei-

Digitized by Google

nen Dornen bedeckt. Seine Länge (im ausgestülpten Zustande gemessen) beträgt 0,099 mm, bei einer Breite von 0,004 mm. Bei dieser Art herrscht eine vollkommene Protandrie, so dass in den Proglottiden, in welchen die Hoden vollständig entwickelt sind und sogar des Receptaculum seminis ganz mit Sperma gefüllt ist. die Anlagen der weiblichen Geschlechtsdrüsen kaum zu bemerken sind. Von den weiblichen Geschlechtsorganen konnte der Verf. nur die lange Vagina. das grosse, ovale, etwa in der Mitte der Proglottis gelegene Receptaculum seminis und in den älteren Proglottiden auch die Uteri wahrnehmem, welch letztere vollständig mit Oncosphaeren gefüllt waren und in Gestalt langer, quergelagerter Schläuche sich darstellten (fig. 4.)

Taenia furcifera Krabbe 1869.

Zusammen mit der oben beschriebenen Art fand d. V. drei sehr junge Cestoden ohne Einteilung in Proglottiden, welche sich als der T. furcifera angehörig erwiesen. Zur Vervollständigung der Krabbeschen Beschreibung des Skolex, gibt d. Verf. an, dass der Kopf 0.1104 mm in der Länge und 0,141 mm in der Breite misst, die Länge des Rüssels beträgt 0.048 mm, die Breite 0,0714 mm. Zahl der Haken 10. von etwa 0,022 mm Länge. Saugnäpfe klein, vollkommen rund. Hals ziemlich lang (fig. 6, 7).

Erklärung der Tafel.

Alle Figuren sind mit dem Abbéschen Apparat gezeichnet.

b. p. — Cirrusbeutel (bursa penis).
gl. mb. + ovr. — Schalendrüse + Eierstock (glandula membranigena + ovarium).
m. l. ex. - Äussere Längsmuskelfaser (musculi longitudinales externi).
m. l. in. — Innere Längsmuskelfaser (musculi longitudinales interni).
p. — Cirrus (penis).
r. s. — Samentasche (receptaculum seminis).
tes. — Hoden (testiculi).
v. ex. — Längskanal des Exkretionssystems (vasa excretoria).
vg. — Vagina.
v. sm. — Samenblase (vesicula seminalis).

Fig. 1—5.

Hymenolepis (Drepanidotaenia) podicipina n. sp.

Fig. 1. Bandwurmkopf × 67.
Fig. 2. Rüselhaken × 413.
Fig. 3. Proglottiden mit vollständig entwickelten Hoden. × 180.

Digitized by Google

Fig. 4. Proglottiden, mit Embryonen angefüllt × 120.
Fig. 5. Querschnitt durch eine Proglottis mit entwickelten Hoden × 317.

Fig. 6—7.

Taenia furcifera Krabbe 1869.

Fig. 6. Bandwurmkopf × 180.
Fig. 7. Rüsselhaken + 520.

Le secrétaire présente le t. XVII du „Pamiętnik fizyograficzny" (Annales de Physiographie), pour l'année 1904, publiées à Varsovie, sous la rédaction de M. M. W. Wróblewski et B. Znatowicz. C'est une oeuvre collective des naturalistes du Royaume de Pologne, lesquels, depuis une série d'années, publient ces Annales sans aucune subvention du Gouvernement. Cette importante publication contient chaque année des matériaux du plus grand intérêt pour la Physiographie et l'Anthropologie du pays.

Le volume actuel contient les articles suivants:

Observations météorologiques pour les années 1897—1900, faites par les Stations du réseau météorologique de Varsovie III—LXXI.

J. Lewiński. Compte-rendu des recherches géologiques, exécutées le long du chemin de fer Varsovie—Kalisz.

St. Karczewski. La faune des couches sous-Rédéniques de bassin carbonifère de Dąbrowa.

S. Miklaszewski. Analyses mécaniques des sols d'Opinogóra.

S. Miklaszewski. Les sols typiques du gouvernement de Kielce.

C. Malewski. Matériaux pour la connaissance des sols du Royaume de Pologne.

A. Sempołowski. Les analyses des sols du Royaume de Pologne.

B. Eichler. Seconde contribution à la flore algologique des environs de Międzyrzec.

B. Hryniewiecki. Contribution à la flore des environs de Kowno.

A. Matuszewski. Une esquisse de la flore de district de Kalisz et des districts limitrophes.

Digitized by Google

F. Błoński. Existe-t-il une ou plusieurs espèces de gui?

W. Jakubowski. Catalogue des plantes recueillies aux environs de Kiev.

S. J. Czarnowski. Les cavernes et les asiles de la montagne Smardzewska.

K. Kulwieć. Matériaux pour la physiographie du lac de Wigry.

Digitized by Google

Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie de Sciences de Cracovie.
(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles).

Année 1904.

Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé. Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

Altenberg (M.) et **Mościcki (I.)** Sur les pertes diélectriques dans les condensateurs soumis à l'action des courants alternatifs 46.

Bandrowski (E.) *v.* Prokopeczko (Al.).
Buraczewski (J.) *v.* Marchlewski (L.).
Bykowski (L.) *v.* Nusbaum (J.).

Denizot (A.) Sur la théorie du mouvement relatif avec une application au pendule de Foucault et au problème du mouvement d'un corps à la surface terrestre, en ayant égard à la rotation de la terre 449.
Droba (St.) Recherches sur l'infection mixte de la tuberculose pulmonaire et sur la participation des anaérobies à celle-ci 299.
Dziewoński (Ch.) Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique: phénylacénaphylméthane 36.
— Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique tribezyldécacyclène (tribenzyltrinaphtylènebenzène), et d'un dérivé du thiophène: dibenzyldinaphtylènebenzène 201.
— Sur la constitution du β-phénylacénaphtylméthane et sur la constitution de ses dérivés d'oxydation l'acide β-benzylnaphtalique et l'acide β-benzyolnaphtalique 208.

Estreicher (T.) Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre 183.

Garbowski (T.) Sur la transplantation blastomérique chez les oursins 169.
Gądzikiewicz (W.) Sur la structure histologique du coeur chez les Crustacés décapodes 424.
Godlewski (E.) Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes 115.
Godlewski (E.) Recherches expérimentales sur l'influence du système nerveux sur la régénération 492.
Godlewski (T.) Sur la dissociation des électrolytes dans les solutions alcooliques 239.

Hetper (J.) *v.* Marchlewski (L.).
Horoszkiewicz (S.) et **Wachholz (L.)** Etudes expérimentales sur le mécanisme physio-pathologique de la submersion 31.
Hoyer (H.) Sur les coeurs lymphatiques des grenouilles 228.

Digitized by Google

de Janczewski (Ed.) Hybrides des groseillers II. (Ribes) 22.

Kostanecki (K.) Etude cytologique de la parthénogénèse artificielle des oeufs de Mactra sous l'influence de K Cl. 70.
Kowalewski (M.) Études helminthologiques VIII. Sur un nouveau ténia: Tatria biremis, gen. nov., sp. nov. 367.
Kraft (C.) *v.* Zakrzewski (C.).
Kulczyński (Vl.) Fragmenta arachnologica 533.

Lerch (M.) Sur quelques applications d'un théorème arithmétique de Jacobi 57.
Limanowski (M.) Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatrique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra) 197.
Loria (St.) Recherches sur la vision oblique 384.

Marchlewski (L.) L'identité probable de la phylloérythrine et de la choléhaematine 276.
— L'identité de la phylloérytrine, bilipurpurine et la choléhaematine 505.
Marchlewski (L.) et **Buraczewski (J.)** Recherches sur la matière colorante du sang 397.
Marchlewski (L.) et **Hetper (J.)** Recherches sur la matière colorante du sang 224.
Maziarski (St.) Contribution à l'étude de la relation du noyau avec le protoplasme cellulaire 345.
Morozewicz (J.) Sur la béckélite, un céro-lanthano-didymo-silicate de calcium 485.
Mościcki (I.) Etudes sur la résistance des diélectriques 42.
Mościcki (I.) *v.* Altenberg (M.).

Natanson (L.) Sur une particularité de la double réfraction accidentelle dans les liquides pouvant servir à la détermination de leur temps de relaxation 1.
— Remerques sur les travaux de M. Zaremba relatifs à la théorie de la double réfraction accidentelle dans les liquides 103.
Nitsch (R.) Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe) 309.
— Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). II partie 668.
Nusbaum (J.) Recherches sur la régénération de quelques Polychètes 401.
Nusbaum (J.) et **Bykowski (L.)** Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fieraster Cuv. 409.

Opolski (St.) Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur 727.

Prokopeczko (Al.) et **Bandrowski (E.)** De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium 158.

Smoluchowski (M.) Sur la formation des veines d'efflux dans les liquides 371.
Stach (J.) Sur les changements de dentitions et sur la genése des dents molaires chez les mammifères 283.

Digitized by Google

Stekloff (W.) Addition au Mémoire: „Sur la théorie des séries trigonométriques“ 280.
Szymański (M.) Contribution à l'helminthologie 733.

Tondera (F.) Sur la structure intérieure des sarments de Vigne 91.

Wachholz (L.) *v.* Horoszkiewicz (S.).
Wize (C.) Pseudomonas ucrainicus, une bactéridie insecticide, trouvée dans la larve du charançon des betteraves à sucre 211.
— Les maladies du Cleonus punctiventris Germ. causées par des champignons entonaophytes en insistant particulièrement sur les espèces nouvelles 713.
Wrzosek (A.) Recherches sur le passage des microbes du sang dans la bile dans les condictions normales 434.

Zakrzewski (C.) Sur la position des axes optiques dans les liquides 50.
Zakrzewski (C.) et **Kraft (C.)** Une méthode pour déterminer les directions principales et les constantes optiques dans le cas de la biréfringence combinée avec le pouvoir rotatoire 508.
Zapałowicz (H.) Remarques critiques sur la flore de la Galicie 162.
— Revue critique de la flore de la Galicie. II partie 302.
— Revue critique de la flore de Galicie. III partie 394.
Zaremba (S.) Réponse aux remarques de M. Natanson sur la théorie de la relaxation 97.

Digitized by Google

Errata:

Page 121 v. 6, remplacer: „0·1079“ par „0·1979“.

Page 135 v. 2, remplacer: „für diejenigen Fälle ..... (Erbse, Pufbohne)“ par: „für diejenigen Fälle aufstellen, bei welchen $\frac{I}{N} = 0{\cdot}5$ ist (Weizen), während das Wortmann'sche Schema für diese Fälle passt, bei welchen $\frac{I}{N} = 1$ ist (Erbse, Pufbohne)“.

Page 136 v. 24, remplacer: „wich leads to direct combustion when free oxygen is absent“, par: „which leads to direct combustion when free oxygen is present, but to various other decompositiont when free oxygen is absent“.

Nakładem Akademii Umiejętności,
Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków. 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

25 Stycznia 1905.

Digitized by Google

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
1873 — 1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II — XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III — XIII, XV — XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medekszа commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Digitized by Google

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Goless 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 8 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

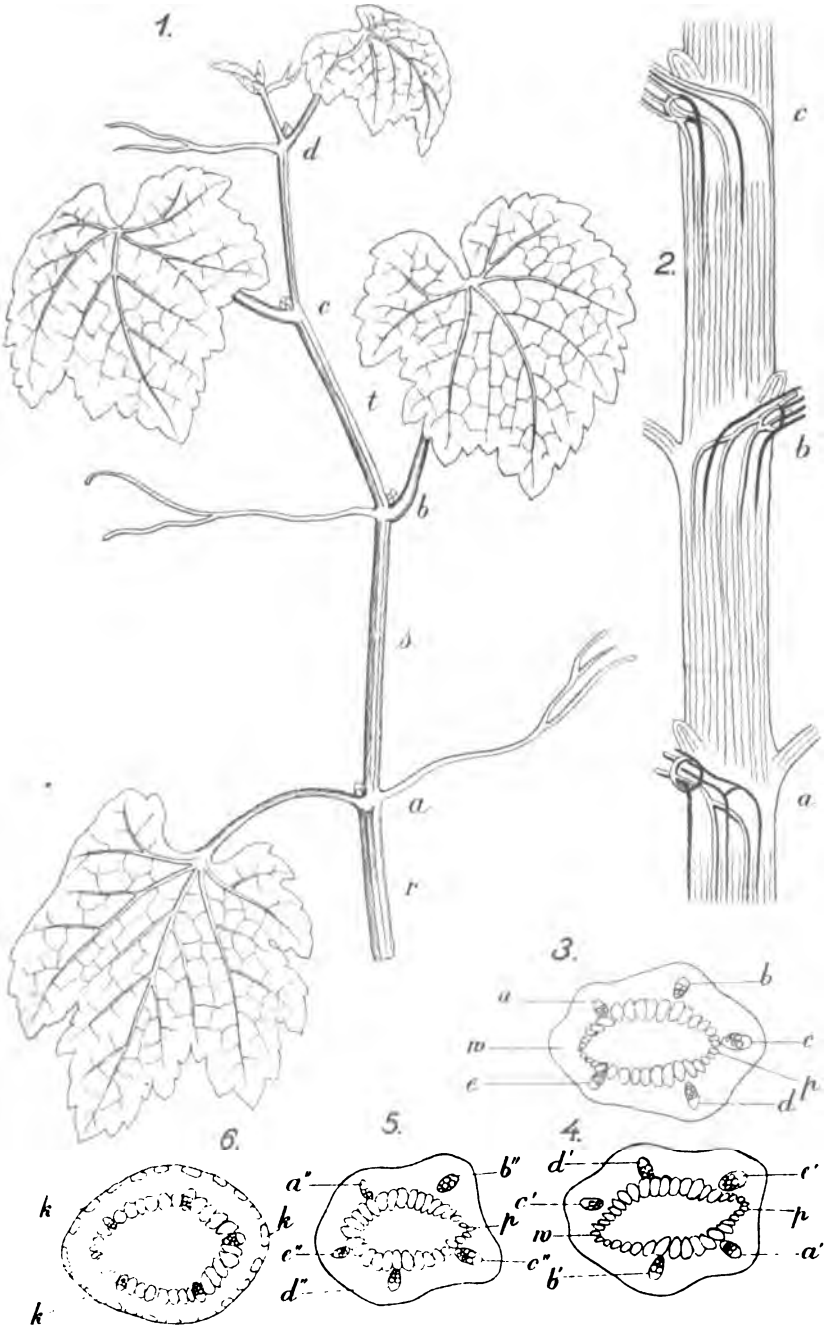
»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Góraki K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo. 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

Digitized by Google

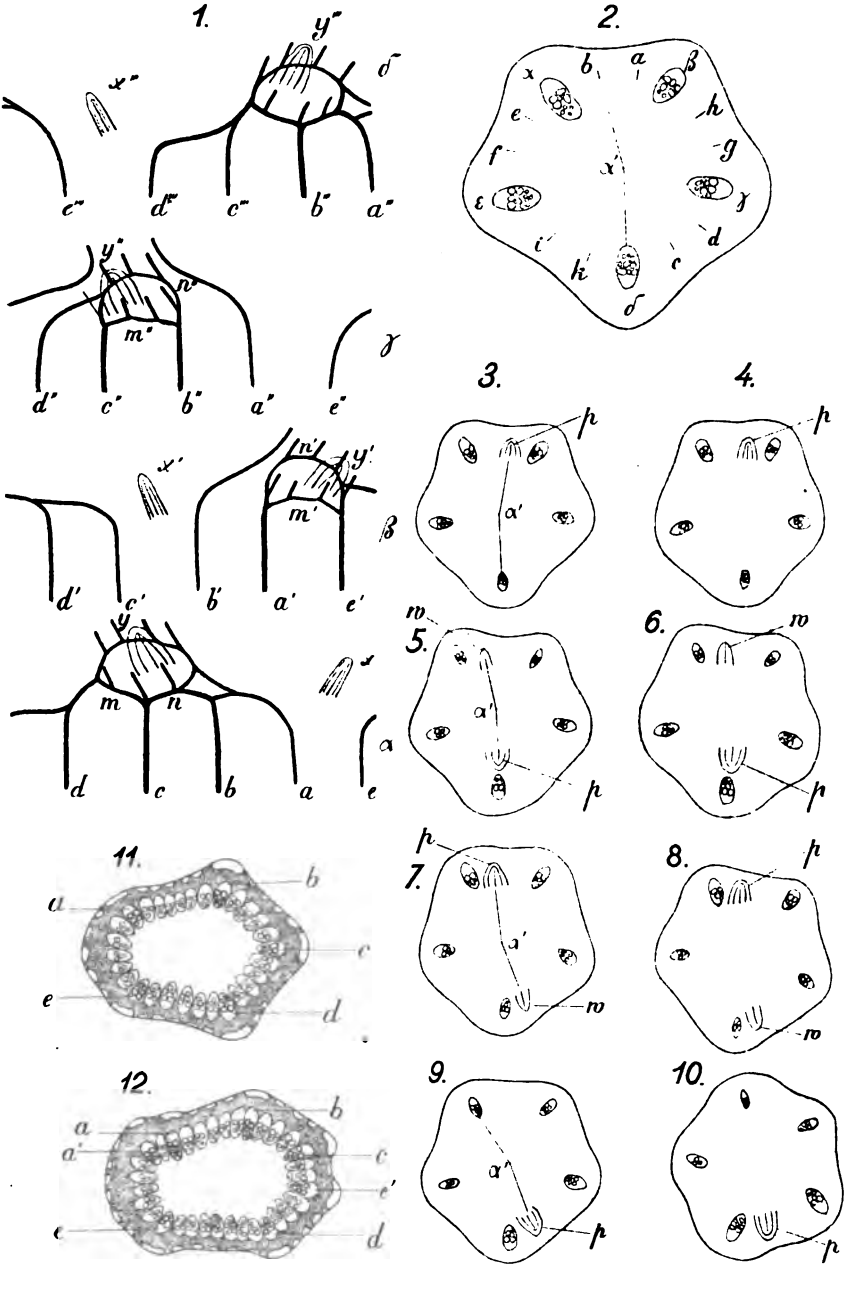


F. Tondera ad nat. del.

LIT. A. PRUSZYŃSKI, CRACOVIE

Digitized by Google

Digitized by Google



F. Tondera ad nat. del.

LIT. A. PRUSZYŃSKI, CRACOVIE.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

K. Wize.

Druk. Uniw. Jagiel.

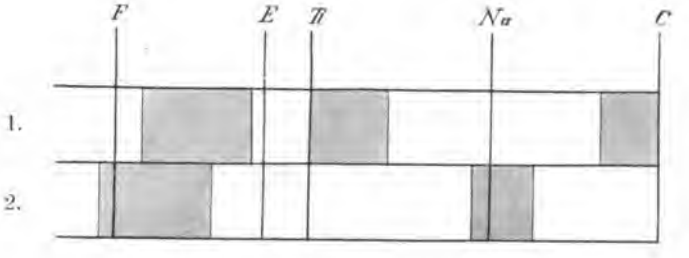
Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1. **Fig. 2.**

Fig. 3.

Fig. 4.



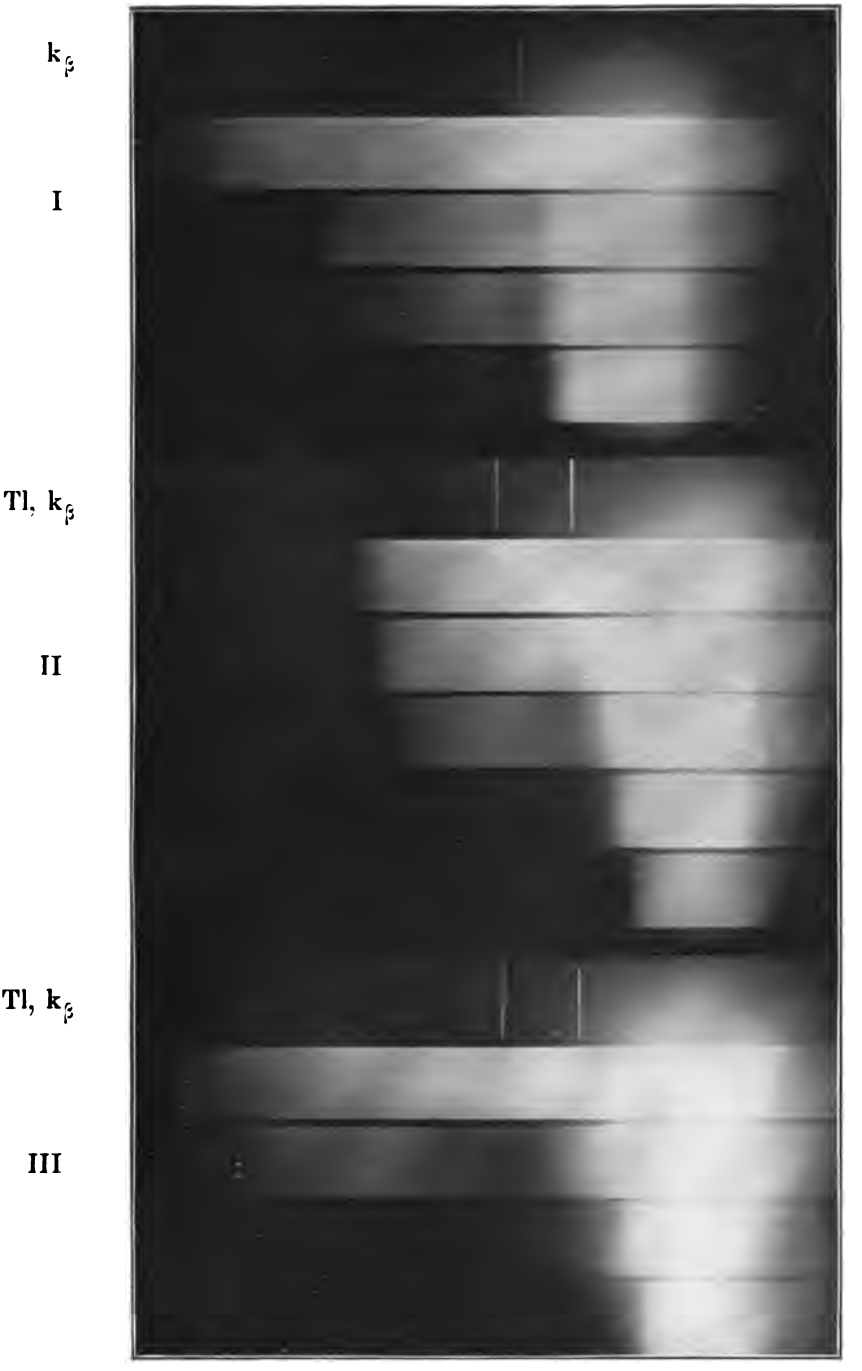
1. Haemin in chloroform (or acetic acid).
2. Haemin in chloroform + quinine.

L. Marchlewski.

Druk. Univ. Jagiell.

Digitized by Google

Digitized by Google



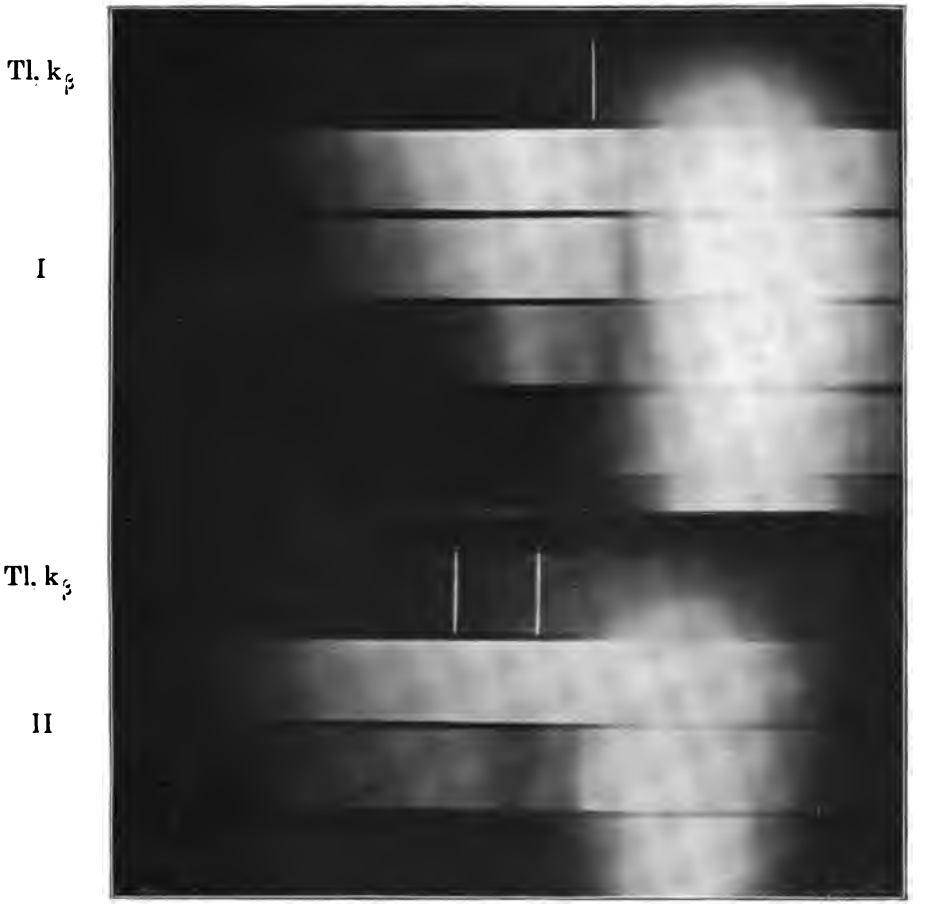
I. Haemin in chloroform + quinine.
II. Dimethylether of haemin in chloroform + quinine.
III. Haemin in chloroform.

L. Marchlewski.

Druk. Univ. Jagiell.

Digitized by Google

Digitized by Google



I. Phylloerythrine in chloroform.
II. Cholehaematin „ „

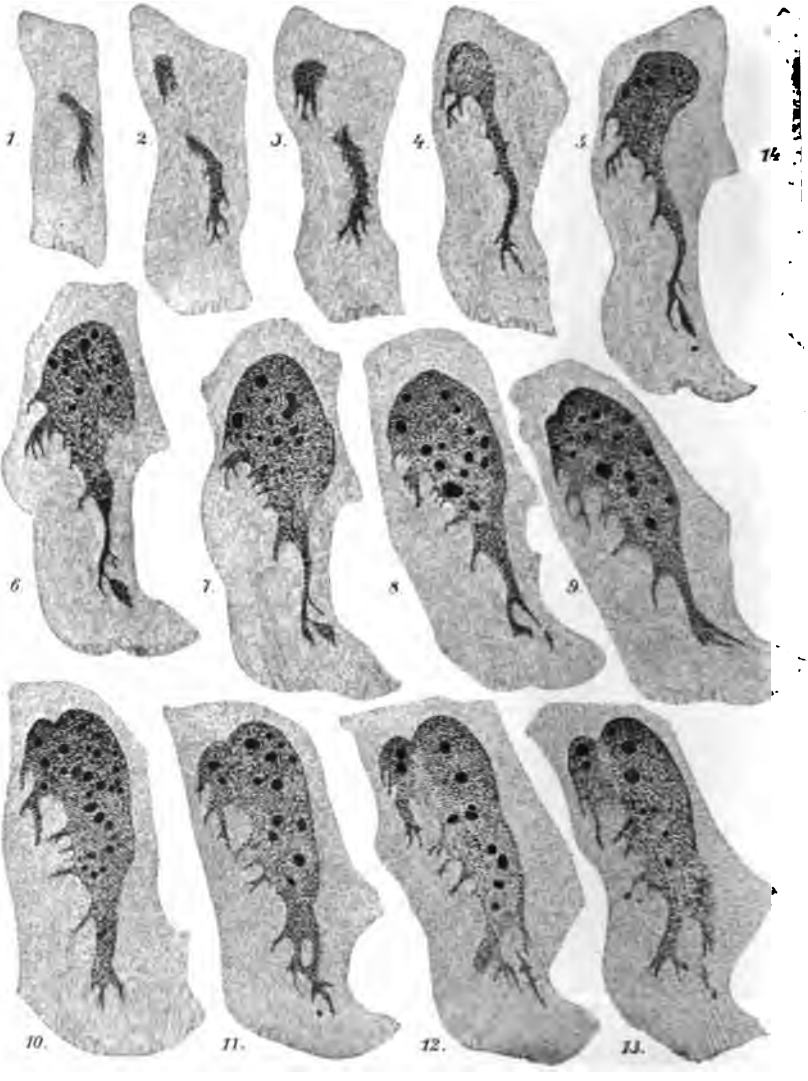
L. Marchlewski.

Druk. Uniw. Jagiell.

Digitized by Google

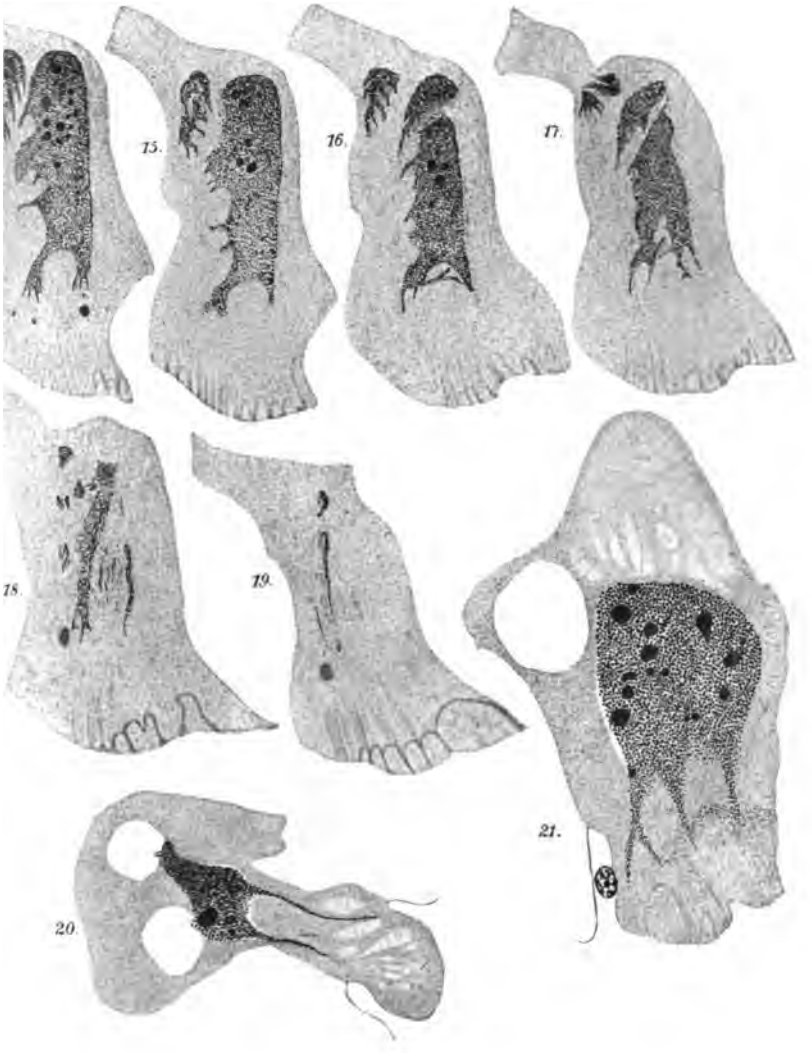
Digitized by Google

Digitized by Google



St. Maziarski.

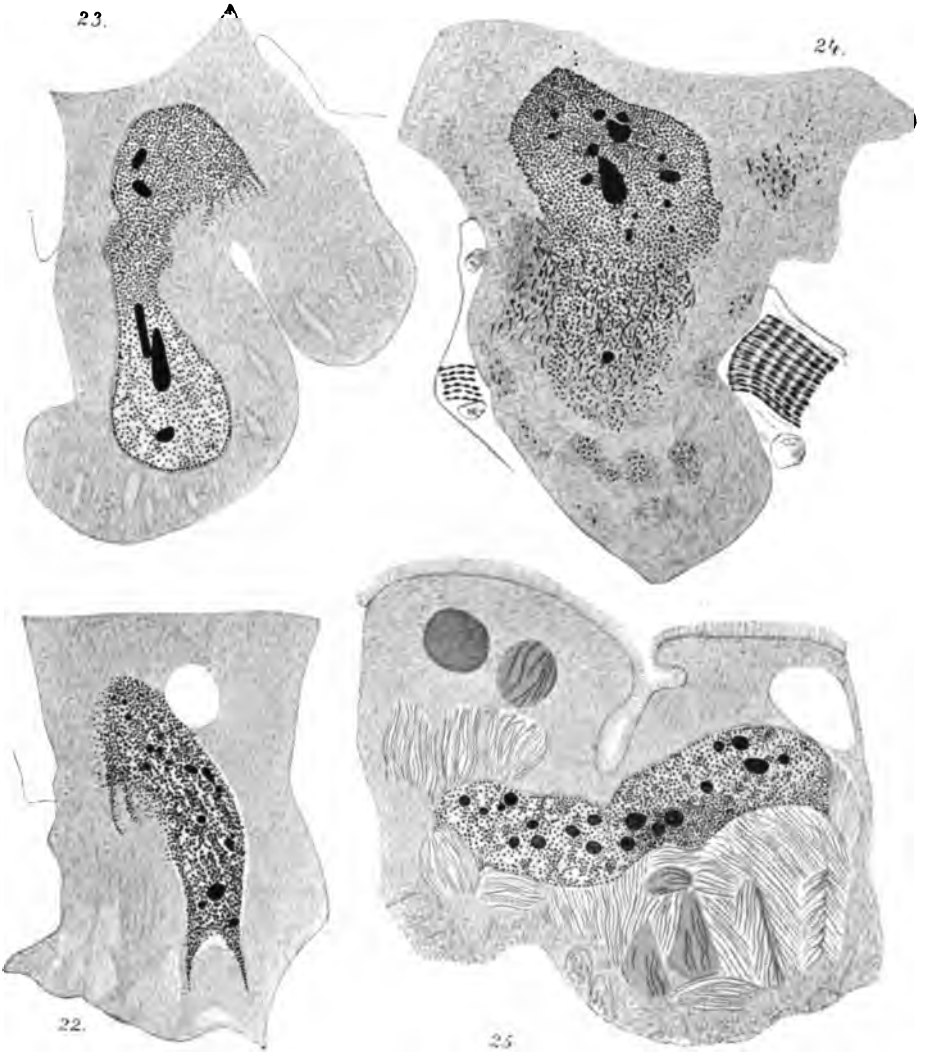
Digitized by Google



Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

Digitized by Google



St. Maziarski.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

Digitized by Google

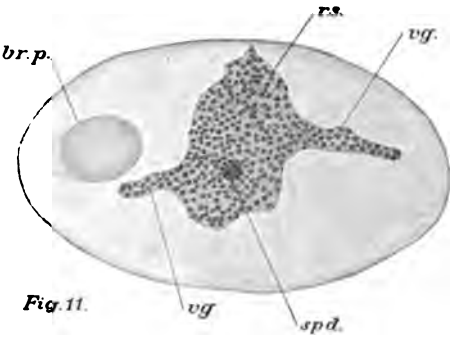


Fig. 11.

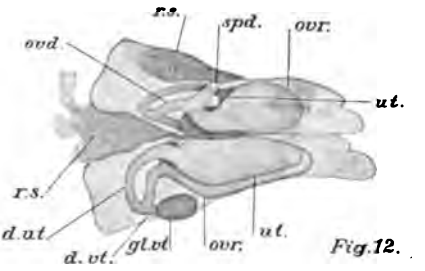


Fig. 12.

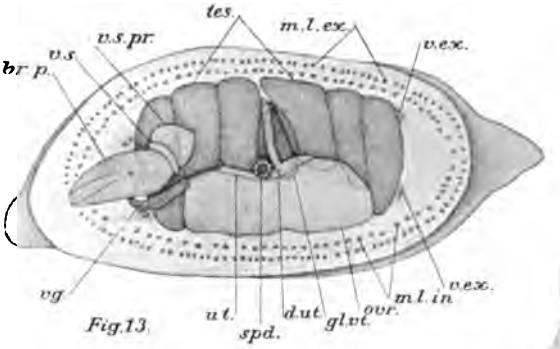


Fig. 13.

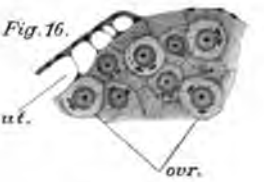


Fig. 16.

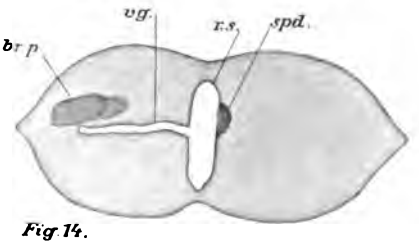


Fig. 14.

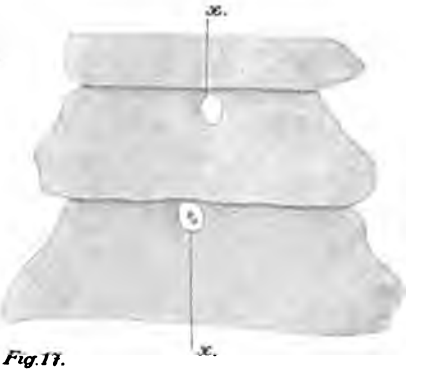


Fig. 17.

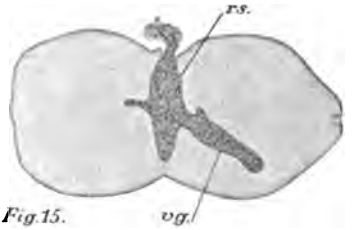


Fig. 15.

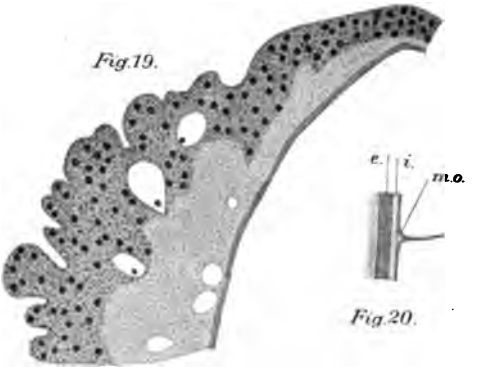


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 18.

M. Kowalewski.

Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

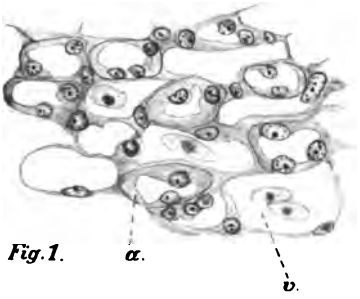


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

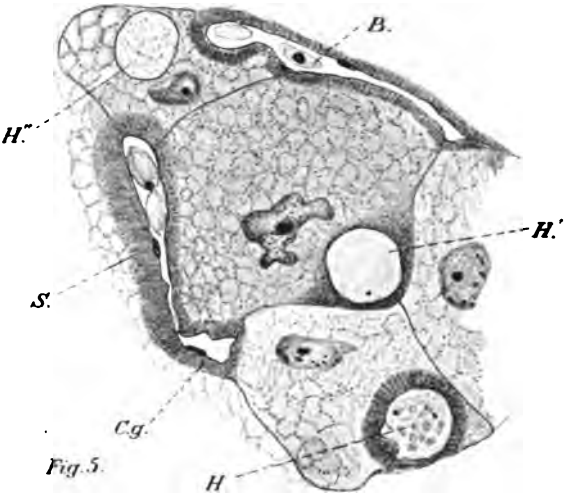


Fig. 5.

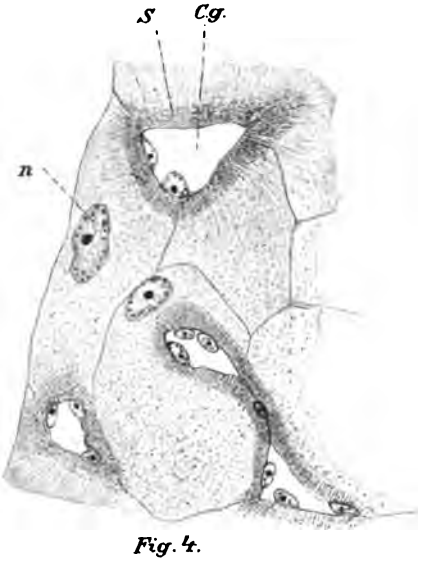


Fig. 4.

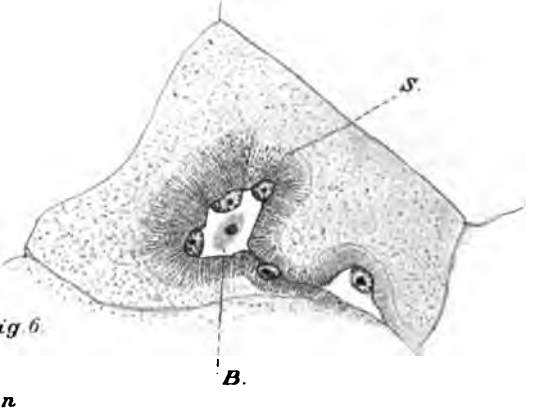


Fig. 6.

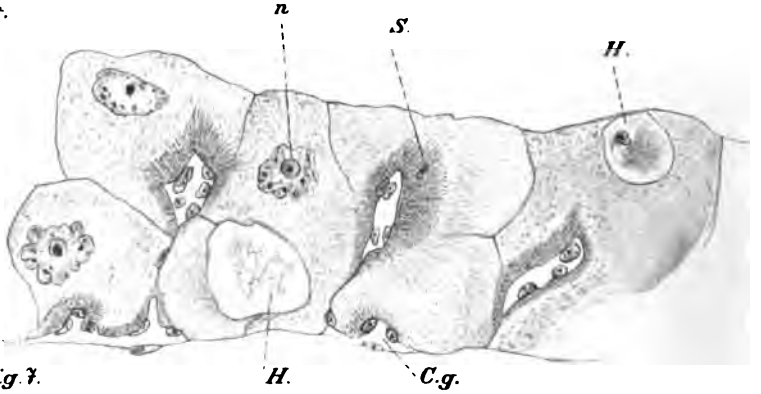


Fig. 7.

Digitized by Google

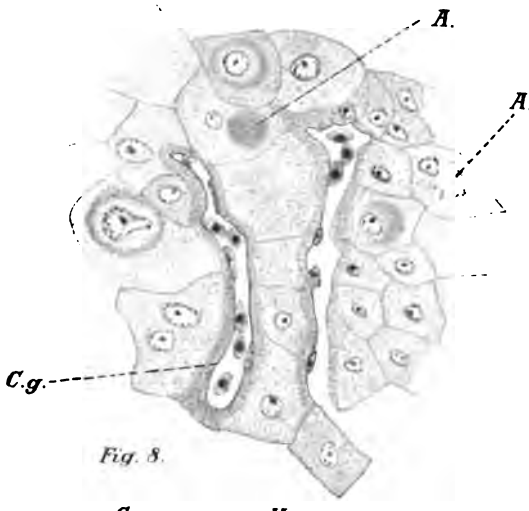


Fig. 8.

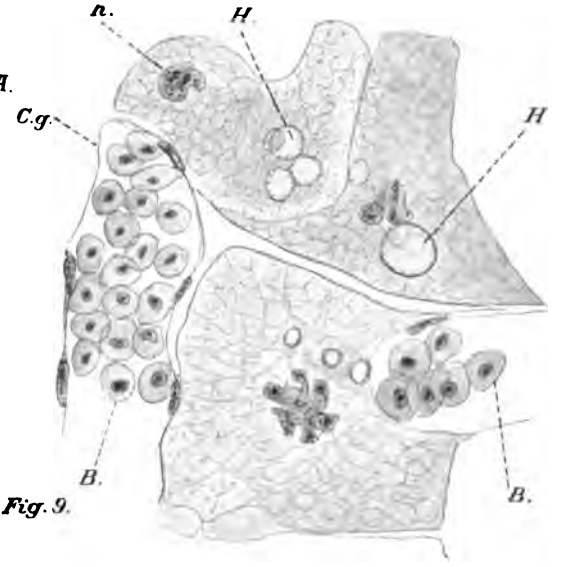


Fig. 9.

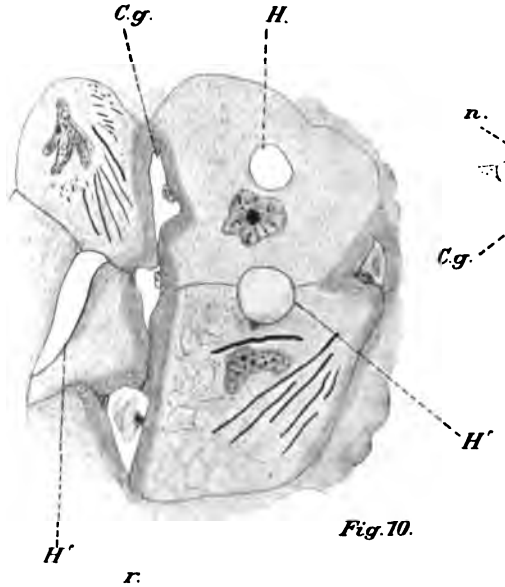


Fig. 10.

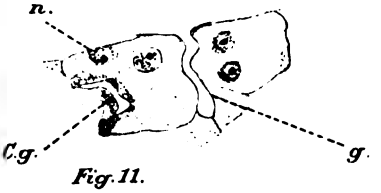


Fig. 11.

Fig. 12.

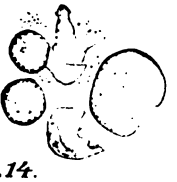


Fig. 14.

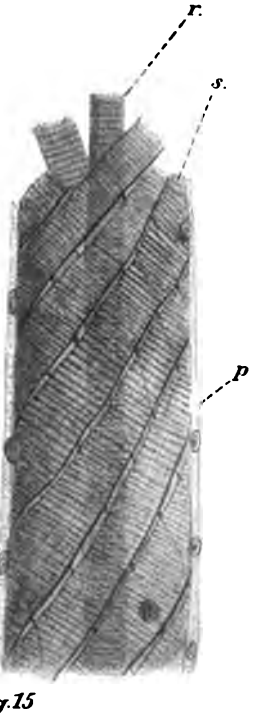


Fig. 15

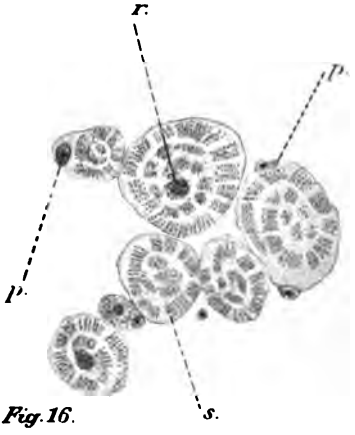


Fig. 16.

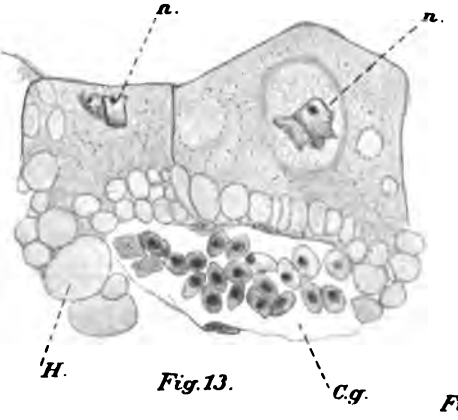


Fig. 13.

Digitized by Google

Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

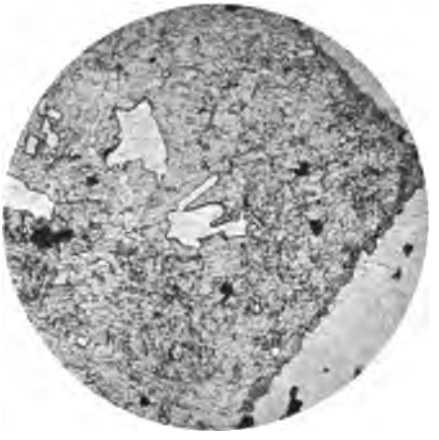


Fig. 1.

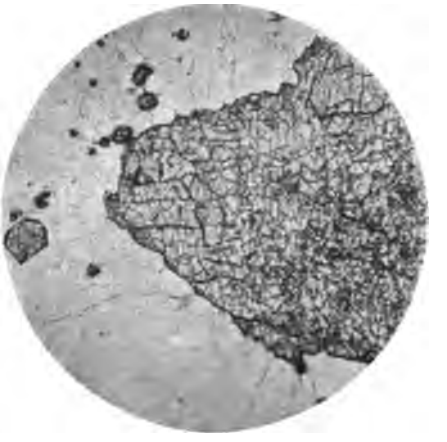


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

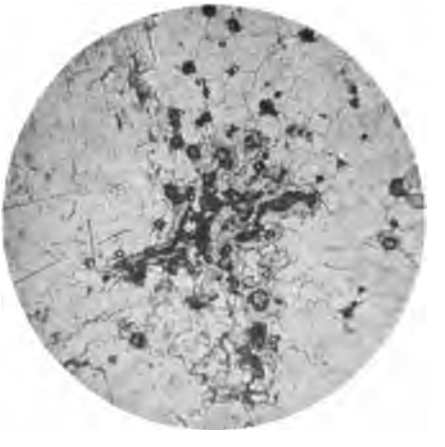


Fig. 6.

J. Morozewicz.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

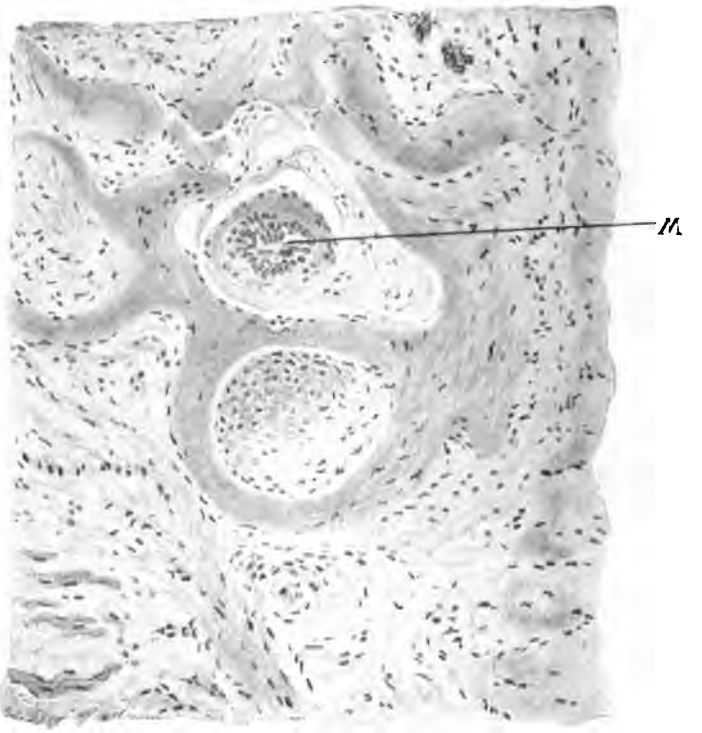


Fig. 1.

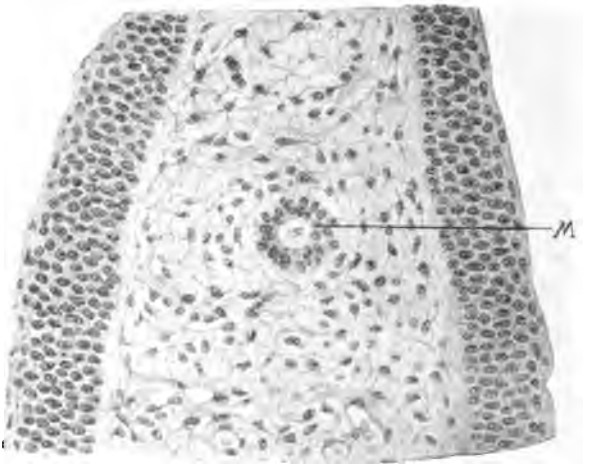


Fig. 6.

E. Godlewski.

Digitized by Google

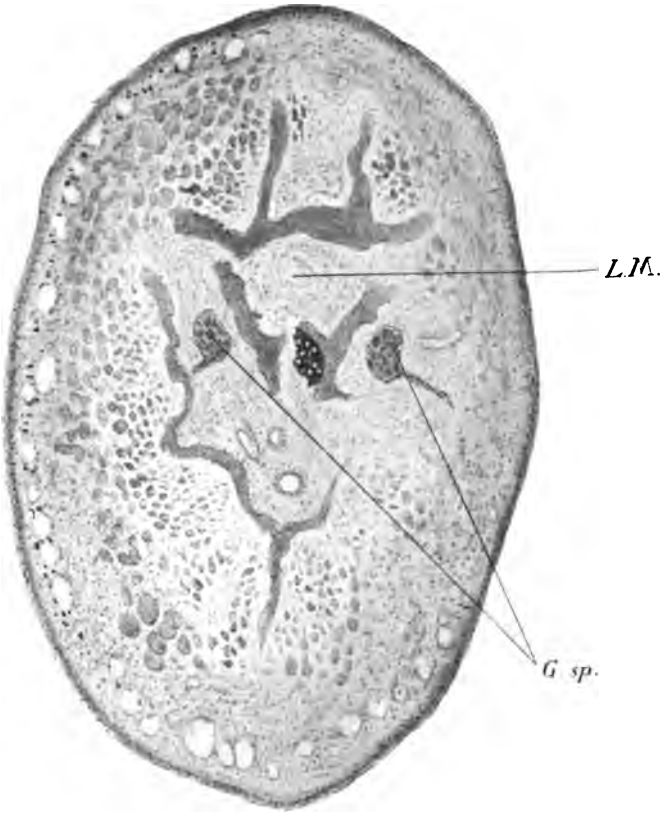


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

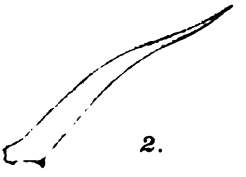
Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

1.



2.

6.

3.

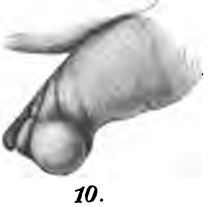
4.

5.

7.

8.

9.



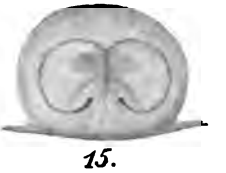
10.

11.

12.

13.

14.



15.

Vl. Kulczyński.

Digitized by Google

16.

17.

18.

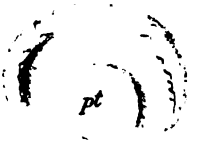
19.

20.

21.

22.

23.

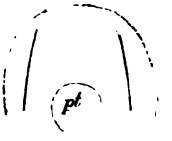


24.

25.

26.

27.



28.

29.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

Digitized by Google

Digitized by Google

K. Wize.

Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie

Digitized by Google

Digitized by Google

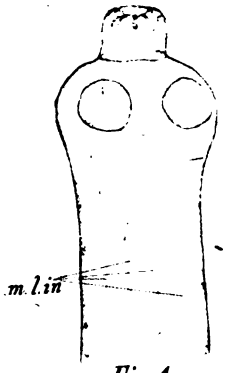


Fig. 1.

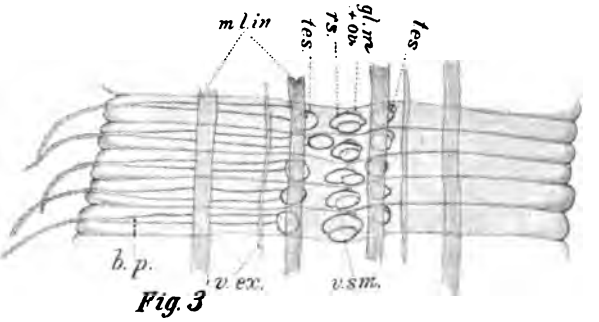


Fig. 3

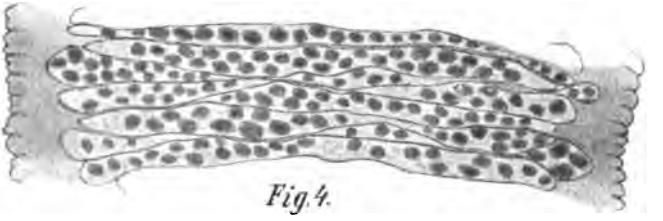
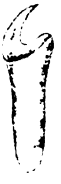


Fig. 4.

Fig. 2.



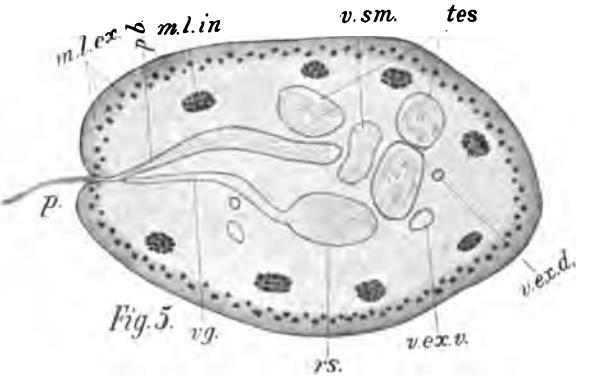


Fig. 5.

Fig. 7.

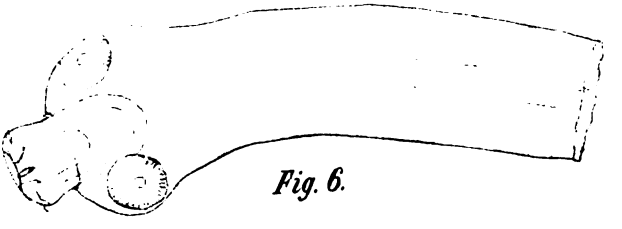


Fig. 6.

M. Szymański.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 273 741

Date Due

MAR 17 1954	

Digitized by Google

Digitized by Google